10e jaargang no 5
sept okt 1983
Fl 9.95 195 BF

Tijdschrift voor wetenschap, natuur en techniek

aarde & kosmos



Satellietkaart van Nederland



Sinds 1972 wordt ons land regelmatig gefotografeerd door Landsat-kunstmanen. Uit vier opnamen, gemaakt op 1 en 2 november 1980 is nu een groot formaat fotokaart in vier kleuren samengesteld, waarop Nederland en België tot de lijn die over Luik en Brussel loopt, te zien zijn, zonder dat er één wolkje boven het land hangt. De kaart is geproduceerd door het ITC en het NLR en uitgegeven door Malmberg in Den Bosch. Er is een nieuwe bewerkingstechniek gebruikt die kleuren heeft opgeleverd die dichter bij de werkelijkheid komen dan de "valse kleuren" die we gewoonlijk op Landsat-opnamen zien. De kaart bezit een schaal van 1:275.000 en meet 94x123 centimeter. Door dat grote formaat konden zeer veel details in de opname weergegeven worden. Hij is uitgevoerd op zwaar papier, gevat in twee plastic rails en opgerold in een stevige kartonnen koker. Er zit een toelichtend boekje van 16 pagina's bij.

De kaart kan besteld worden onder nummer **80-56**. De prijs is 49,50, dat is inklusief de koker en de verzendkosten. Bestellen door het genoemde bedrag over te maken op giro 636150 t.n.v. Mens en Vrijetijd te HuizenNh.

Kunnen stenen genezen?

De laatste tijd komen er steeds meer geruchten in omloop als zouden stenen en mineralen geneeskracht hebben.
Inderdaad blijken er ervaringen met de zogenoemde stenentherapie te zijn opgedaan die een serieuzere benadering rechtvaardigen.
Wij hebben tevens kunnen vaststellen dat sommigen stenen en mineralen verhandelen die in het geheel niet van de juiste samenstelling zijn. Het is dus nuttig en goed te weten waaraan u begint.
Daarom hebben wij een eenvoudige informatiefolder samengesteld waarin wij u een overzicht geven omtrent de verschillende aspekten van de stenentherapie en omtrent de mogelijkheden om zelf te experimenteren.

Wilt u meer weten? Vraag dan de folder "Stenentherapie" aan bij

Stichting Mens en Vrijetijd
Postbus 386
1270 AJ HUIZEN



A&K - Lezersservice
Informatiepakketjes

Sp.Shuttle-Algemene inform.	5,50
Sp.Shuttle-Vatse brandst.rakett.	4,90
Sp.Shuttle-Externe tank	4,90
Sp.Shuttle-Opbouw orbiter	10,90
Sp.Shuttle-Hittewerende tegels	4,70
Sp.Shuttle-Leefsystemen	5,30
Sp.Shuttle-Landingsgestel	4,10
Sp.Shuttle-Robotarm	4,10
Sp.Shuttle-Vlucht 12 nov.'81	5,90
Sp.Shuttle-Result. 12 nov.'81	4,10
Sp.Shuttle-STS-3	8,30
Sp.Shuttle-STS-4	8,30
Sp.Shuttle-STS-5	8,30
Sp.Shuttle-STS-6	8,30
Sp.Shuttle-STS-7	8,30
Sp.Shuttle-STS-8	8,30
20 jaar weersatellieten Tiros	5,30

Behalve Result.12 nov.'81 zijn al deze pakketjes in het Engels gesteld.

Venus, samenvatting van het meest recente onderzoek aan deze planeet; deels in het Engels, deels in het Nederlands. 4,10

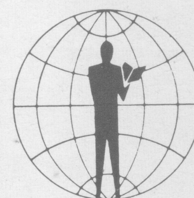
Hemelkaarten, 2x6 hemelkaartjes, planeetbanen voor 1983, maanstanden, opkomst en ondergang van de Zon, nuttige tips en informatie. Alleen voor lezers van A&K. 3,50

Parallaktische montering, brochure over zelfbouw 4,50

LET OP
Alle informatiepakketjes zijn voor **eigen gebruik.** Hergebruik ten behoeve van kommerciële doeleinden is niet toegestaan.

Alle prijzen zijn inklusief verzendkosten. Bestellen door storting van het verschuldigde bedrag op giro 3081500 t.n.v. Aarde&Kosmos te Huizen.

NIEUW
Een beeldverslag in kleur van de eerste zes vluchten van de Space Shuttle. De orbiter Enterprise tijdens de bemande valproeven in 1977. Een boekwerkje over de Space Shuttle in de praktijk, met foto's gemaakt tijdens de verschillende vluchten. Maatschetsen van de Space Shuttle orbiter. Plus een beschrijving van de beschildering van de orbiter Challenger. Dat alles voor het bedrag van 8,50.
Te bestellen door dit bedrag over te maken opp giro 3081500 t.n.v. Aarde&Kosmos te Huizen-Nh.
Te vermelden: **Shuttle-pakket.**
De voorraad is beperkt!



Stichting
Mens & Wetenschap

DE STICHTING MENS EN WETENSCHAP heeft ten doel het zo veel en zo breed mogelijk verspreiden van kennis op het gebied van natuur, wetenschap en techniek. Zij doet dit door het redigeren en samenstellen van publikaties, waaronder Aarde&Kosmos, en het bevorderen en ondersteunen van edukatieve aktiviteiten en onderzoek met het doel de kennis op het gebied van natuur, wetenschap en techniek te vergroten.

THE FOUNDATION MAN AND SCIENCE is a nonprofit organisation for diffusing, knowledge regarding nature, science and technology. Diffusing of this knowledge takes place by editing publications (amongst which Aarde&Kosmos) and by stimulating and supporting educational activities and research projects extending knowledge of nature, science and technology.

BESTUUR van de stichting:
Dr.F.C.Hillen, voorzitter
A.C.Sabelis, secretaris
Drs.R.Kaptijn, penningmeester
C.Laban, lid
W.Stegeman, adviseur

UITGEVER: stichting Mens en Wetenschap

HOOFDREDAKTIE: A.C.Sabelis

EINDREDAKTIE: drs.J.J.H.Eggen

MEDEWERKERS:
D.vd.Aart, B.Audenaert, J.Beek, dr.W.Boland, P.R.v.Buysen, K.Elhorst, H.Engelman, drs.G.Kiers, C.Laban, G.J.v.Lonkhuyzen, drs.A.Molkenboer, P.Niekerk, L.J.N.Steijn, C.Steijger, J.Smekens, H.Schouten, dr.P.v.Tend, J.Terweij, L.Vanhoeck, A.J.Zwinenberg

VORMGEVING: B. Keyzer

ABONNEMENTEN: voor Nederland 59,50 België 1025 BF. Overig buitenland 85,00.

Opgaven: Aarde&Kosmos, postbus 108, 1270 AC Huizen-Nh.
Opzeggen: 2 maanden vóór afloop termijn.

DRUK: Drukkerij Giethoorn, Meppel.

DISTRIBUTIE NEDERLAND: Betapress B.V., Gilze. Tel.01615-2900

DISTRIBUTIE BELGIE: Ed.Soumillion, Massenetlaan 28; 1190-Brussel. Tel.02/345.91.92. - PR.000-0069021-54.

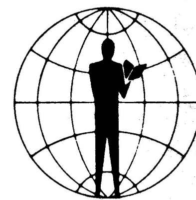
ADVERTENTIES: Drukkerij Giethoorn, t.a.v. Mw.M.Vanger, Zuideinde 18, 7941 GH Meppel. Tel.05220-70505.

REDAKTIE-ADRES: Postbus 108 - 1270 AC Huizen-Nh; tel.02152-58388. Kantoor: Eemlandweg 5A te Huizen.

Aarde & Kosmos verschijnt iedere 1e van de oneven maanden.



een uitgave van de Stichting Mens & Wetenschap



INHOUD

RUIMTE, STERRENKUNDE

RUIMTEVAART, LUCHTVAART

NATUUR, MENS

TECHNIEK, ENERGIE

Aan onze lezers,

Voor u ligt een geheel in uiterlijk veranderde Aarde&Kosmos. Het lag al een tijdje in de bedoeling eens iets aan de vormgeving van Aarde&Kosmos te doen, aantrekkelijker maar vooral ook de rubrieken overzichtelijker en beter herkenbaar.

Nu inmiddels de oplage van Aarde&Kosmos boven de 22.000 is gestegen, is het de stichting Mens en Wetenschap mogelijk geworden een deskundige vormgever aan te trekken.

Wij danken vele lezers voor hun opmerkingen en suggesties waardoor wij een goed beeld konden krijgen van de wensen die onder onze lezers in het algemeen leven. Het blijkt ook dat men Aarde&Kosmos waardeert als het beste populair wetenschappelijke tijdschrift.

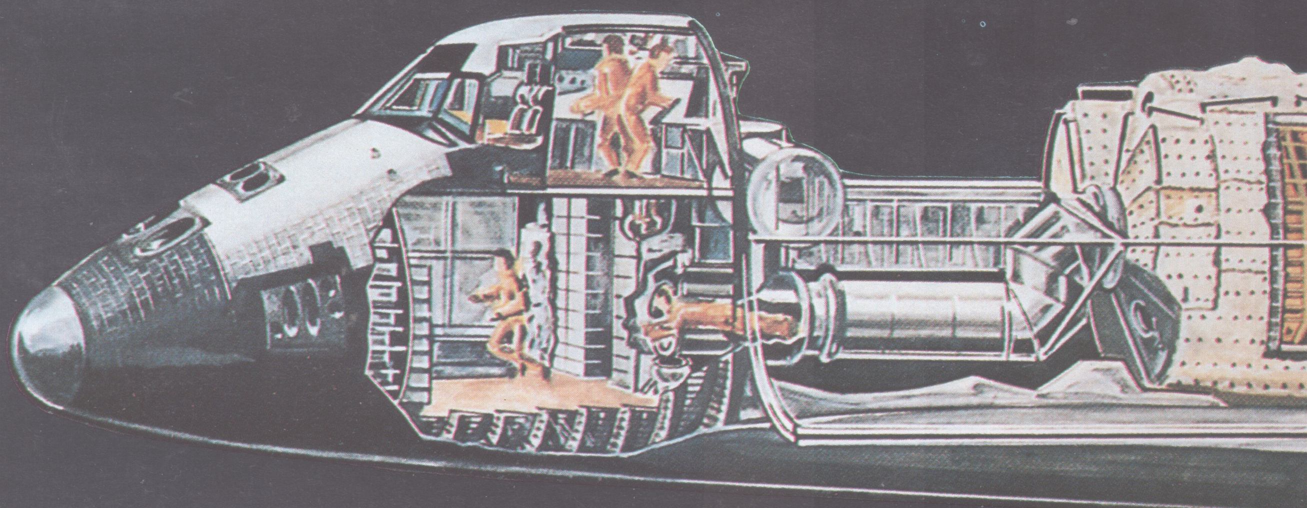
Graag wil ik u nog even attenderen op het grote prijsvoordeel dat niet-abonnees kunnen krijgen als zij zich vóór 31 december a.s. abonneren op Aarde&Kosmos (zie de antwoordkaart). Bestaande abonnees krijgen eveneens een stevige beloning als zij zelf een ander abonnee maken; en dat blijkt niet zo moeilijk te zijn als we naar de groeicijfers van Aarde&Kosmos kijken.

Tenslotte wens ik u, mede namens redakteuren en medewerkers, nog vele prettige en aangenaam-nuttige leesuren met Aarde&Kosmos.

A.C.Sabelis, hoofdredakteur

Siso kode 659.85

Spacelab boven ons hoofd.



Een van de hoogtepunten uit de geschiedenis van de Europese ruimtevaart. Dat wordt de ruimtedoop van het Space lab, dat op zijn vroegst eind oktober a.s. voor het eerst de ruimte in zal gaan.

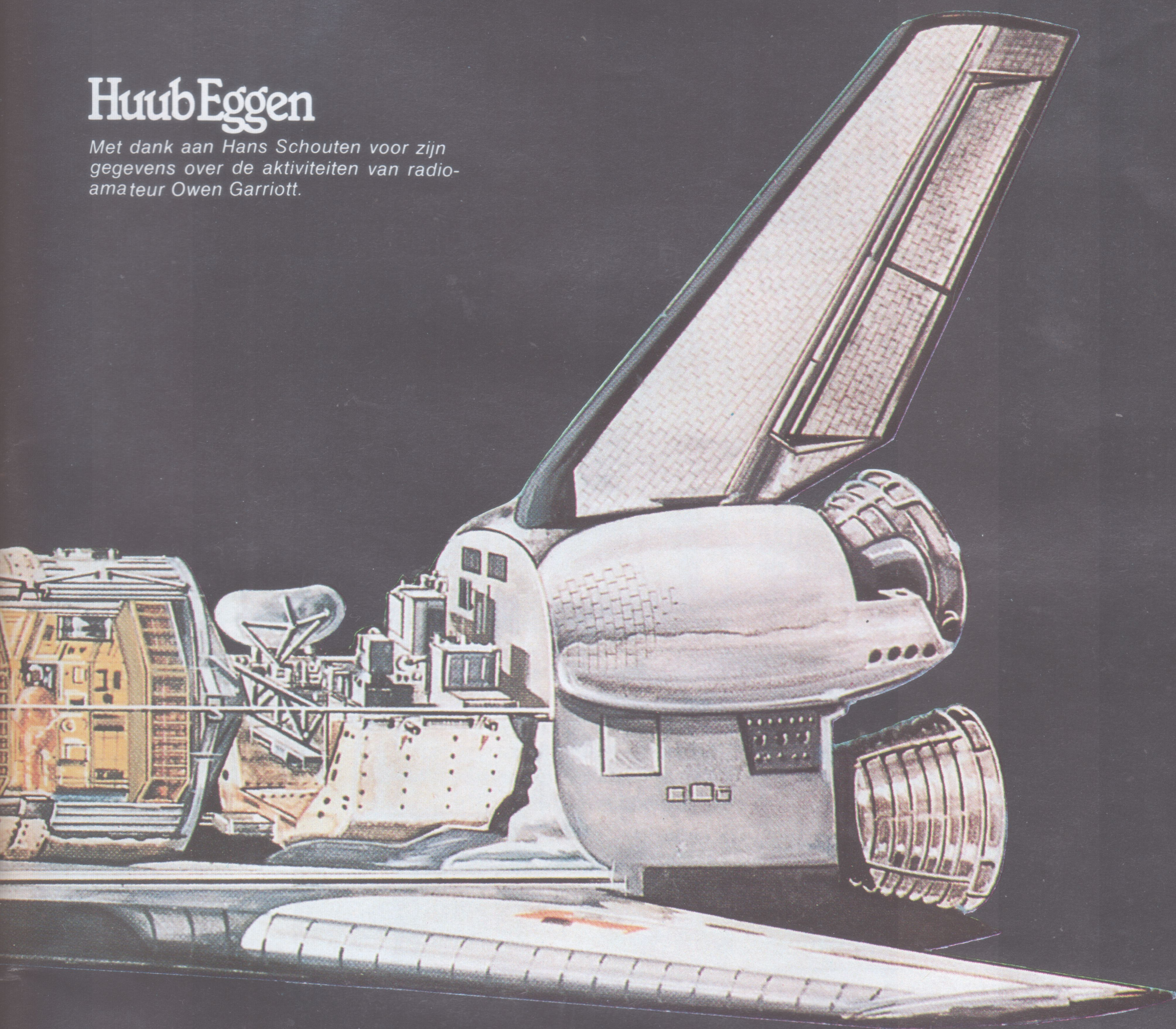
Het Spacelab zit in het laadruim van de Space Shuttle Columbia. Die vliegt deze keer in zo'n baan dat hij ook over ons land zal komen.

Als vroegste lanceerdatum voor de negende Space Shuttle vlucht, die het Spacelab mee zal nemen, geldt 28 oktober. Of dan ook werkelijk gelanceerd zal worden, hangt onder andere af van de toestand van de TDRS-1. Die kommunikatiesatelliet werd met de zesde Space Shuttle vlucht in de ruimte gebracht en hij is erg belangrijk als hulpsatelliet bij het verwerken van de enorme stroom gegevens die het Spacelab zal uitzenden. Er zijn, zoals bekend, problemen geweest met de TDRS-1 en de Spacelabvlucht wordt uitgesteld als de TDRS niet goed genoeg funktioneert.

De Columbia, die voor de Spacelabvlucht wordt gebruikt, zal als eerste Shuttle orbiter een andere baan gaan volgen dan tot nu toe gebruikelijk was. Het verschil zit in de hoek die de baan ten opzichte van de evenaar maakt. Die was tot nu toe steeds 28,5 graden, maar wordt nu 57 graden. Daardoor zal de Columbia tot aan 57

Huub Eggen

Met dank aan Hans Schouten voor zijn gegevens over de aktiviteiten van radio-amateur Owen Garriott.



Tijdens de eerste Spacelabvlucht worden maar liefst 72 experimenten uitgevoerd. Deze tekening geeft aan hoe het Spacelab er op deze vlucht uitziet. De gesloten kabine staat via een tunnel in verbinding met de cockpit van de orbiter. Buiten de kabine staat een open platform met instrumenten voor onderzoek van de Aarde en de ruimte.

graden noorderbreedte over de Aarde vliegen, en dus komt hij ook over ons land. Of hij ook te zien is, als satelliet aan de hemel, hangt sterk af van de dag en het tijdstip van de lancering. Informatie daarover zal via de media komen.

Aan boord zullen zes ruimtevaarders zijn. Kommandant is John Young; piloot is Brewster Shaw. Verder zijn er twee zogeheten vluchtspecialisten, Owen Garriott en Bob Parker, en twee ladingspecialisten, Byron Lichtenberg en ESA-man Ulf Merbold, die uit West-Duitsland komt, de tweede Westeuropeaan die een ruimtevlucht maakt. Vorig jaar ging de Fransman Jean-Loup Chrétien met de Russische Sojoez T-6 de ruimte in. Onze landgenoot Wubbo Ockels is reserve voor Merbold; hij valt in als Merbold onverwacht niet mee zou kunnen.

Columbia aangepast

Het is voor het eerst dat in een orbiter zes mensen zullen zijn. Om die reden is de Columbia wat aangepast sinds zijn laatste vlucht, met de STS-5 in november 1982. Dat aanpassen was bovendien nodig omdat de Columbia voor zijn proefvluchten voorzien was van extra testapparatuur. Die is eruit gehaald. In de Columbia is onder andere een nieuwe keuken aangebracht, er is voor extra slaapruimte gezorgd en de brandstofcellen voor de elektriciteitsvoorziening zijn uitgebreid. Dat was niet alleen nodig omdat de bemanning groter is dan bij vorige vluchten, maar ook omdat de vlucht met twee dagen verlengd is tot negen dagen en omdat het Spacelab extra energie vereist. De motoren van de Columbia zijn verbeterd omdat de grotere baanhoek wat meer lanceervermogen vereist. In afwijking van de oorspronkelijke plannen zal de Columbia niet op Cape Canaveral landen, maar op de luchtmachtbasis Edwards in Californië.

Onderzoek

Zoals de benaming Spacelab al zegt, is het ruimtetoestel bedoeld voor onderzoek. Omdat het Spacelab voor het eerst de ruimte ingaat, is de hele vlucht in feite één groot experiment. Daarnaast staan er maar liefst 72 proeven met 38 verschillende instrumentpakketten op het programma! Om al dat werk af te krijgen, werken de astronauten in ploegendiensten van twaalf uur. De proeven draaien dus dag en nacht. Bovendien zullen de twee reserve ladingspecialisten (Ockels en de Amerikaan Michael Lampton) in het vluchtleidingscentrum voortdurend assisteren.

De proeven en instrumenten zijn afkomstig uit de Verenigde Staten, de elf lidstaten van de ESA en Japan. Het grote aantal experimenten maakt wel duidelijk waarom men deze vlucht de meest ingewikkelde uit de geschiedenis van de bemande ruimtevaart noemt.

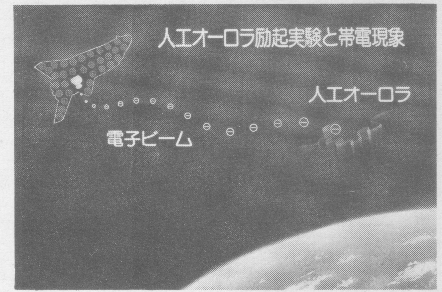
Van de instrumentpakketten staan er 21 op een platform buiten de Spacelab drukkabine en zestien erin. Die pakketten buiten hebben in het algemeen minder aandacht nodig dan de instrumenten in het Spacelab. In de kabine bevindt zich een rek instrumenten voor onderzoek aan materialen en alleen daarin al zijn 33 proeven gepland! Ook de biomedische experimenten in de kabine zullen veel tijd vragen, want daarbij zijn de astronauten zelf het voorwerp van studie.

Nederlandse en Belgische proeven

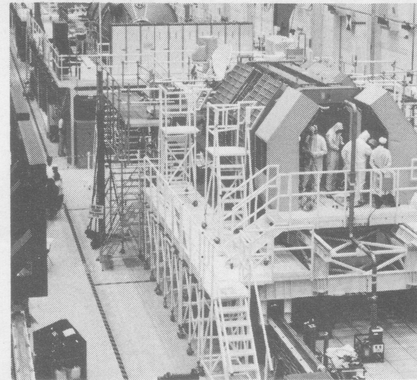
De experimenten zijn in vijf groepen onderverdeeld: atmosfeeronderzoek en waarneming van de Aarde; astronomisch en zonne-onderzoek; plasma-onderzoek (een plasma is een volledig elektrisch geladen gas); materiaal- en technologisch onderzoek; biomedisch onderzoek.

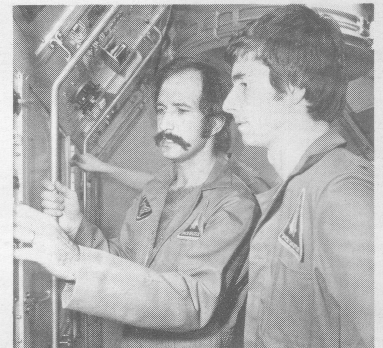
We kunnen niet alle experimenten bekijken. Een paar zullen we wel noemen. Bij de biomedische studies zal onder andere gekeken worden naar de bioritmen in de mens (zie ook ons artikel op pagina 433 van dit nummer). In deze groep experimenten vinden we ook een Nederlands onderzoekje. Het is afkomstig van dr. S.L. Bonting van de universiteit van Nijmegen en het bestudeert de invloed van straling op de staafjes in het oog. Met die staafjes zien we zwart-wit en het vermoeden bestaat dat straling in de ruimte schade aan die staafjes aanricht.

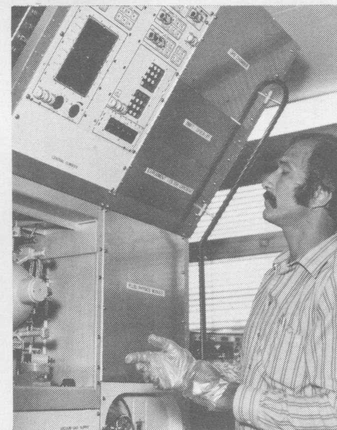
In de groep atmosferisch onderzoek en aardwaarneming vinden we een Belgisch experiment. Dr. M. Ackermann van het Belgisch Instituut voor Ruimte-aeronomie in Brussel heeft een instrument aan boord dat naar de Zon kijkt, elke keer wanneer die opkomt en ondergaat. Het zon-

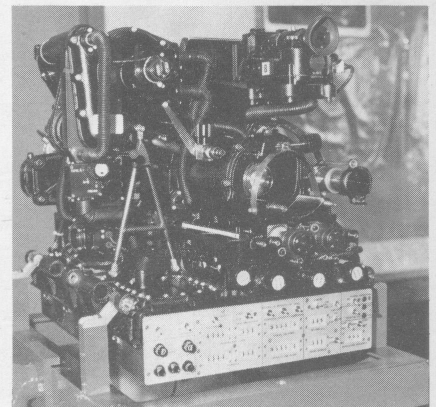


Een Japans experiment gaat door het uitzenden van elektroken kunstmatig poollicht maken. Illustratie ISAS


Het Spacelab werd verleden jaar al naar de Verenigde Staten overgevlogen. Daar werd de drukkabine volledig in elkaar gezet en werden de instrumenten op het platform gemonteerd.


In het Spacelab gaat één astronaut van de ESA mee. Dat is Ulf Merbold, rechts. Onze landgenoot Wubbo Ockels, links, is zijn reserve. Foto NASA


Een belangrijk instrument in het Spacelab is een rek waarin allerlei materiaalexperimenten gedaan worden. Hier zien we Ockels tijdens de training bij dat rek.


In het Spacelab zit onder andere dit apparaat: een module waarin het gedrag van vloeistoffen onder gewichtloosheid wordt bestudeerd. Het apparaat is in Italië gebouwd.

Alle foto's ESA, tenzij anders vermeld

licht schijnt dan door de dampkring en het instrument meet heel nauwkeurig welke invloed de dampkring op dat zonlicht heeft. Daardoor krijgt Ackermann gegevens over de opbouw van de hogere luchtlagen.

Er is nog een tweede Belgisch experiment. Dr. D. Crommelynck van het Koninklijk Meteorologisch Instituut in Ukkel heeft een instrument aan boord dat de waarde van de zonnekonstante meet. Die konstante is een maat voor de zonne-energie die bij de Aarde aankomt. Het is belangrijk precies te weten hoe groot de waarde is voordat de zonnestraling de dampkring inkomt en daar voor een deel wordt onderschept en verstrooid.

In het instrumentenblok voor materiaalexperimenten zullen onder andere twee Nederlandse experimenten gedaan worden. De eerste proef is van dr. T. Luijendijk van de Tussenafdeling voor Metaalkunde van de TH Delft. Die proef bekijkt het stollen van vloeibaar gietijzer onder gewichtloze omstandigheden. De bedoeling is vooral na te gaan waar verontreinigingen in het gietijzer terecht komen. Men denkt dat die verdeling zodanig zal zijn, dat het grootste deel van het gietijzer veel zuiverder zal zijn dan op Aarde geproduceerd gietijzer.

De tweede proef komt van dr. J.P.B. Vreeburg van het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium in Amsterdam. In die proef moet de wisselwerking tussen bewegende vaste stoffen en vloeistoffen onder gewichtloosheid bekeken worden. In satellieten zijn voor allerlei doeleinden nogal eens vloeistoffen aanwezig en het is op Aarde uitermate moeilijk goed te onderzoeken hoe de vloeistof zich in de ruimte zal gedragen. Met dit experiment hoopt men daar meer algemeen inzicht in te krijgen.

Ionenmoter

De experimenten die de groep plasma-onderzoek vormen, zijn allemaal Japans en worden aangeduid met SEPAC. Ze tellen zes instrumenten en drie pakketten hulpapparatuur. Er zal onder andere kunstmatig poollicht mee gemaakt worden en men zal de dampkring en de ionosfeer met elektronen en ionen bestoken. Die ionen worden geproduceerd met een apparaat dat ook beproefd wordt als experimentele ionenmotor (aangeduid met de letters MPD, naar het natuurkundig proces dat de ionen vormt). De Japanners zijn momenteel de enigen die in de ruimte experimenteren met ionenmotoren. Dergelijke motoren hebben een grootse toekomst omdat ze eindeloos lang stuwkracht kunnen leveren en daarom dé motoren zijn voor heel langdurige ruimtevluchten of voor het stabiliseren van kunstmanen die heel lang moeten blijven werken, zoals kommunikatiesatellieten. De elektronen zijn bedoeld om de bundel positief geladen ionen die uit de moter komen, te neutraliseren zodat de motor niet elektrisch geladen wordt. Hoewel het SEPAC niet als een test van de ionenmotor is opgezet, krijgt men toch nuttige informatie over het funktioneren van de motor.

Korte geschiedenis van Spacelab

Spacelab kwam precies tien jaar geleden, in augustus 1973, ter wereld. Toen rondden de NASA en de ESRO, de voorloper van de ESA, besprekingen af over een Europees ruimtestation voor gebruik in de Amerikaanse Space Shuttle, door het tekenen van een samenwerkingsverdrag. Het jaar daarop kon de ontwikkiling van het laboratorium beginnen. Oorspronkelijk was de eerste Spacelabvlucht al voor 1980 gepland, maar met de vertragingen in het Shuttle programma schoof ook die eerste vlucht steeds maar op. Nu is het dan eindelijk zo ver. Intussen is van het oorspronkelijke idee om zeker zo'n vijf Spacelabvluchten per jaar uit te voeren, niets meer over. Het worden er voorlopig hooguit twee. De volgende vlucht staat gepland voor september 1984.

Net als de Shuttle is ook het Spacelab ontworpen voor herhaald gebruik. Datzelfde geldt ook voor een deel van het instrumentarium. Het al genoemde blok voor materiaalexperimenten is daar een voorbeeld van.

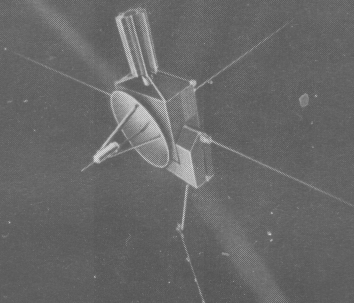
Radio-amateur in Spacelab

De vlucht met het Spacelab zal nog een bijzonder tintje krijgen door toedoen van Owen Garriott. Hij is al sinds zijn tiende jaar een verwoed radio-amateur en hij heeft van de NASA toestemming gekregen om zijn zend-ontvanger mee de ruimte in te nemen. Per etmaal heeft Garriott twaalf uur geen dienst en in die tijd mag hij één uur besteden aan zijn hobby. Hij zal dan de antenne van zijn 5 watt portofoon in een van de ramen van het woonkompartiment zetten en met zijn eigen "roepnaam" WSLFL aktief zijn. Als zendfrekwentie gebruikt hij het gebied van 145,510 tot 145,770 MHz, als ontvangstfrekwentie heeft hij het gebied van 144,910 tot 145,470 MHz ter beschikking. Beide gebieden gaan in stappen van 20 kHz. Op welke tijden Garriott aktief zal zijn, is nog niet bekend. Dat wordt later bekend gemaakt. Het beste kan men daarvoor het weekblad voor zendamateurs, CQPA, raadplegen, en dat is onder andere te vinden bij radio-speciaalzaken.

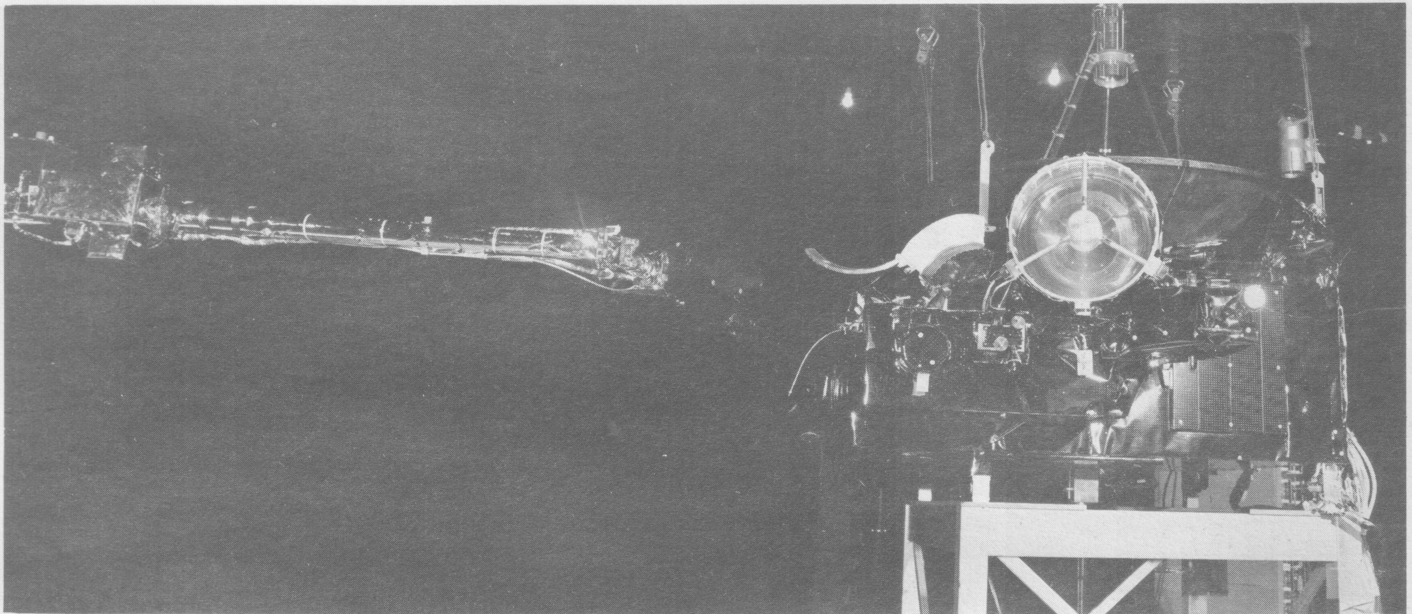
Siso kode 552.3/659.48

Huub Eggen

Zonnesonde in de wachtkamer.



Dit jaar zal de bouw voltooid worden van de ISPM, een zonnesonde van de Europese ruimtevaart organisatie, de ESA. De sonde zal pas op zijn vroegst in 1986 gelanceerd worden. Hij moet vier jaar later over een van de polen van de Zon vliegen.



◀ *De ISPM zal door de zwaartekracht van Jupiter uit zijn oorspronkelijke baan omhoog geslingerd worden en als eerste sonde over de polen van de Zon gaan vliegen. Foto ESTEC*

▲ *De ISPM bij ESTEC in Noordwijk in een testkamer. Aan de arm links zit een instrument om plotselinge uitbarstingen van röntgen- en gammastraling te meten. De ''toeter'' in het midden van de sonde dient voor het meten van kosmisch stof. Foto ESTEC*

Wanneer de ISPM klaar is, gaat hij tot minstens 1985 in de mottenballen. Dat is de zoveelste hobbel in het allerminst soepel verlopende ISPM-programma. In 1979 werd het ISPM-programma officieel goedgekeurd door de NASA en de ESA. De letters ISPM staan voor International Solar Polar Mission. Dat projekt werd in de tweede helft van de jaren zeventig uitgedacht. De opzet werd om twee ruimtesondes te bouwen, ze naar Jupiter te sturen en door de zwaartekrachtwerking van die grote planeet de sondes uit hun oorspronkelijke koers te halen en in een baan te brengen die over de polen van de Zon leidt.

Wetenschappelijk belang

Zoals bekend draaien alle planeten vrijwel in één vlak rond de Zon. Dat is het ekliptika-vlak. Alle ruimtesondes die we hebben gelanceerd, bewegen ook in dat vlak. Het kost erg veel energie een sonde boven of onder dat vlak te laten vliegen. Het is wetenschappelijk wel erg interessant om dat te doen. De voornaamste reden ligt in het magneetveld van de Zon. Onze centrale ster heeft een magneetveld dat de ruimte om haar heen net zo beïnvloedt als het magneetveld van een staafmagneetje. Dat betekent dat de veldlijnen van het magneetveld rond de noordpool uit de Zon komen en er rond de zuidpool weer in verdwijnen. Net als bijvoorbeeld ook bij de Aarde zit er boven de polen als het ware een gat in het magneetveld. Geladen deeltjes van de Zon kunnen daarom gemakkelijk via de noordpool ontsnappen. De stroom geladen deeltjes (de zonnewind) heeft direkt invloed op de Aarde. De veldlijnen van het magneetveld van de Zon zijn gebogen en gesloten: ze komen uit de noordpool, maken een grote boog door de ruimte en komen bij de zuidpool weer samen. Nu meten we, door onze plaats in het ekliptika-vlak, altijd maar in één vlak dwars door het magneetveld. Metingen ook elders in de ruimte rond de Zon zullen ons beeld van het magneetveld van de Zon beter maken. Omdat het magneetveld een afspiegeling is van processen in de Zon, levert een beter begrip van het magneetveld meer inzicht in het reilen en zeilen van de Zon.

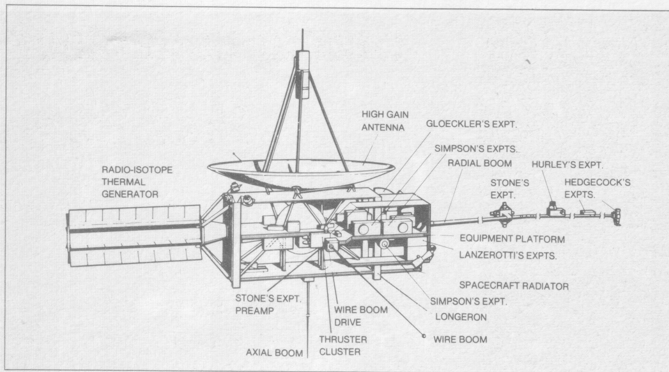
Tenslotte is er nog een belangwekkend aspekt aan een vlucht over de polen. Door haar magneetveld schermt de Zon het grootste deel van het zonnestelsel vrij goed af tegen invloeden van buitenaf (kosmische straling vooral). In de gaten boven de polen kan de kosmische straling wel ongehinderd binnen dringen. Daar kan dus ook de werkelijke toestand in de ruimte tussen de sterren gemeten worden en dat is astronomisch gezien van groot belang.

Twee sondes

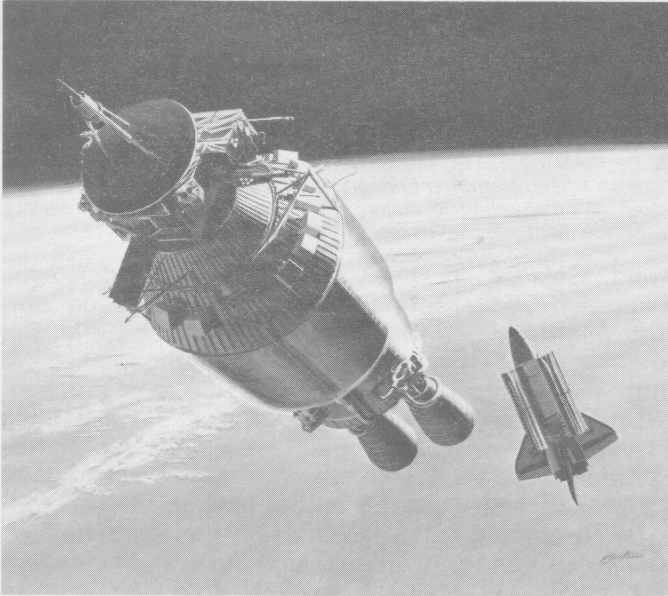
Een vlucht over de poolgebieden van de Zon heeft het meeste zin als tegelijkertijd over de noordpool en over de zuidpool wordt gevlogen. Er zijn dan twee sondes nodig en dat is de oorsprong geweest van de ISPM. Dat projekt heet internationaal omdat de NASA en de ESA ieder een sonde gingen bouwen. Die zouden dan tegelijkertijd gelanceerd worden en samen, zestien maanden later bij Jupiter aankomen. Eén sonde zou daar ''naar beneden'' worden afgebogen, de andere ''naar boven''. Zo'n vier jaar na hun lancering zouden ze dan, op een afstand van 255 miljoen kilometer, over de polen van de Zon vliegen.

Veel moeilijkheden

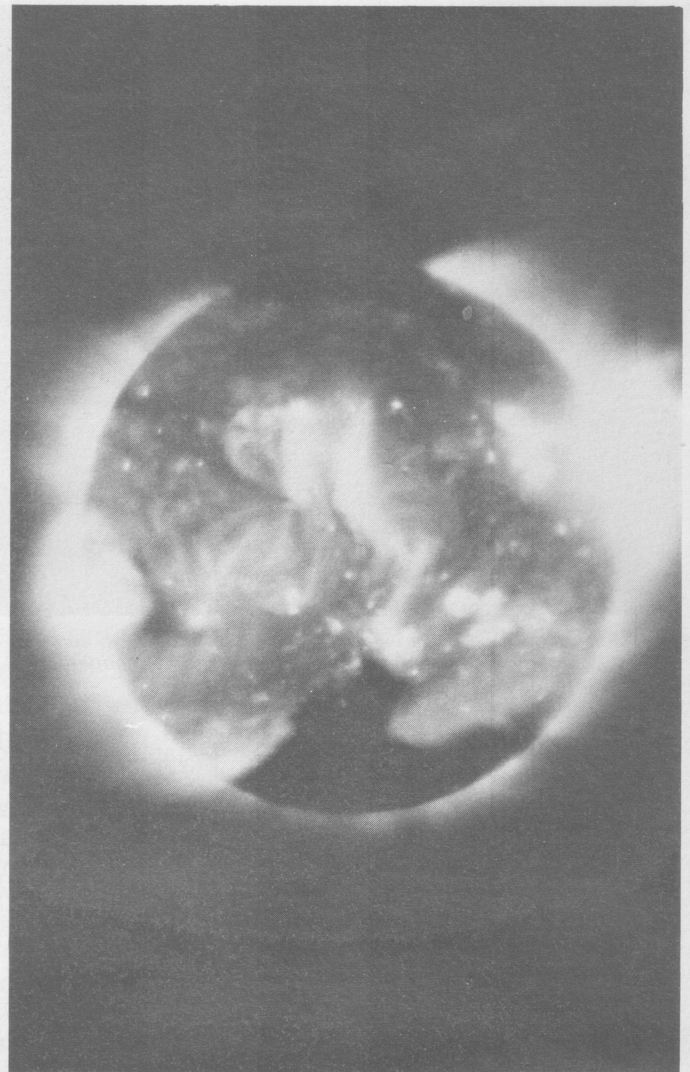
Deze hele opzet stortte in elkaar toen een van de eerste bezuinigingen van de regering Reagan het Amerikaanse deel van het programma trof. In 1981 moest de NASA besluiten de ontwikkeling van haar sonde stop te zetten. Bij de ESA werd men niet alleen woedend, maar ook besprongen door twijfels over het nut om alleen verder te gaan. Uiteindelijk ging men toch door, onder andere omdat door Europa al enkele honderden miljoenen guldens in het projekt waren gestoken. Toch gaat de ESA met de NASA verder want de overgebleven ISPM-sonde zal met de Space Shuttle gelanceerd worden. Eerst maakte de NASA bekend dat de ISPM niet met een verbeterde Centaur hulpraket richting Jupiter zou worden gestuurd, maar met een IUS dat maakte aanpassingen aan de ISPM noodzakelijk. Boven-



De ISPM weegt 270 kilo. Zijn blokvormige centrale huis meet ongeveer 0,5 bij 1 meter. Links zit de reaktor voor de energievoorziening. Tekening ESTEC



Zo moet in 1986 de ISPM aan zijn lange reis beginnen. Op de top van de Centaur hulpraket is hij hier net uit een Space Shuttle orbiter gelost. De hulpraket geeft de sonde zoveel snelheid dat hij aan de aantrekkingskracht van de Aarde kan ontsnappen. Foto General Dynamics



De Zon gezien in röntgenstraling vertoont een donkere plek rond haar poolgebieden. Daar wijken de magnetische veldlijnen uit elkaar en ontsnappen geladen deeltjes van het oppervlak. De ISPM zal als eerste sonde recht boven die gebieden metingen doen. Foto NASA

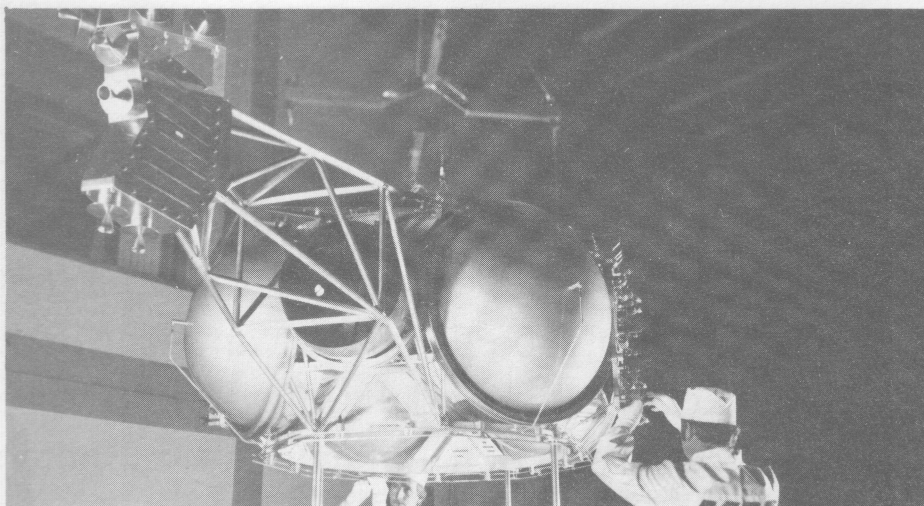
dien werd de lanceerdatum van 1985 opgeschoven naar 1986. Vorig jaar kwam de NASA van haar IUS keuze terug en nu wordt het toch de Centaur. Dat zorgt opnieuw voor veranderingen. Tot overmaat van ramp besloot de NASA ook de lancering van de Jupiter-sonde Galileo van 1985 naar 1986 te verschuiven. Mogelijk wordt de ISPM daar het slachtoffer van. De beide sondes moeten namelijk met hetzelfde netwerk van radioteleskopen op Aarde gevolgd worden en dat kan niet zomaar tegelijkertijd.

Problemen waren er ook bij het ontwikkelen van meetapparatuur, die de intense straling rond Jupiter moet kunnen doorstaan. Die instrumentproblemen hebben door de andere vertragingen het projekt niet extra opgehouden, maar ze hebben wel een hoop geld gekost.

NASA-deelname

Hoewel de NASA geen sonde levert, neemt de organisatie toch deel in het programma. Niet alleen verzorgt de NASA de lancering en helpt zij bij het volgen van de ruimtesonde. Ook levert zij enkele onderdelen van de sonde. De ISPM wordt gevoed door een Amerikaanse kernreaktor van het type zoals dat bijvoorbeeld in de Voyagers gebruikt is. Om de elektronika te beschermen tegen de intense stralingsgordels van Jupiter zijn onder andere mikroprocessors toegepast die bijzonder ongevoelig zijn voor straling. Ze zijn speciaal voor de Galileo en de ISPM ontwikkeld.

In de ISPM zitten instrumenten voor negen wetenschappelijke experimenten. Vier instrumentpakketten zijn helemaal Amerikaans. Eén instrument is een gezamenlijk Amerikaans-Europees produkt en vier instrumenten zijn helemaal Europees. De experimenten behelzen het meten van de samenstelling van de zonnewind en de kosmische straling. Ook wordt het magneetveld gemeten, en gekeken tot hoever het magneetveld van de Zon zich uitstrekt. Metingen worden ook gedaan aan zogeheten ''bursts''van röntgen- en gammastraling; bursts zijn plotselinge uitbarstingen, op de Zon en op andere sterren. Tenslotte staan er ook metingen aan kosmisch stof op het programma en aan niet-geladen interstellair gas. Hoewel het nog zeker drie jaar duurt eer de ISPM gelanceerd wordt, zal hij toch als eerste in nog volkomen onbekend gebied komen. Er bestaan namelijk nergens nog andere plannen voor een dergelijke vlucht. Dat is een schrale troost voor de wetenschappers die weten dat de ISPM binnenkort klaar is en vervolgens het magazijn in gaat.



ruimte-onderzoek

Huub Eggen

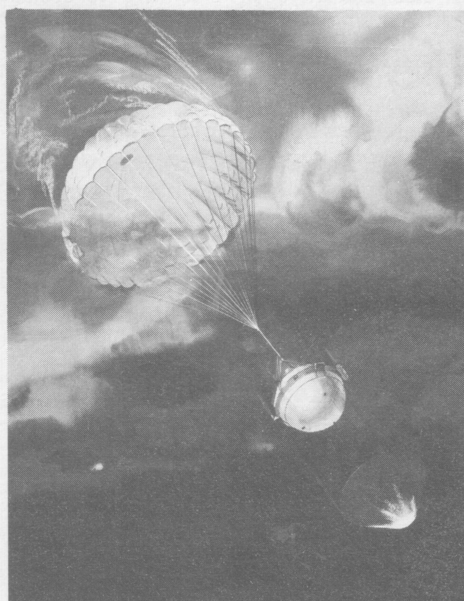
Het West-Duitse bedrijf MBB bouwt het raketsysteem voor de Jupiter-sonde Galileo. Hier zijn ingenieurs aan de voortstuwingseenheid aan het bouwen. De bollen zijn tanks. Europa en Amerika zouden met de reserve-Galileo naar Saturnus en Titan kunnen. Foto MBB

Europa en Amerika samen naar de planeten.

Planetologen van het zonnestelsel, verenigt U. Onder die kop wijdde het Engelse wetenschappelijke tijdschrift Nature afgelopen maart een kommentaar aan pogingen van Amerikaanse en Europese onderzoekers om weer ruimtevluchten naar de planeten van de grond te krijgen. Spektakulaire projekten, zoals de missies van de Vikings en de Voyagers, zullen in de toekomst alleen maar in internationaal verband uitgevoerd kunnen worden. Daarvoor zijn de kosten te hoog geworden nu alom minder geld voor dure projekten toegewezen wordt. In september zullen de onderzoekers, die nu in een werkgroep aan het praten zijn, hun voorstellen naar buiten brengen. Er wordt gepraat over drie ideeën: een tweevoudige orbiter- en landingsvlucht naar Mars, een gekombineerde vlucht van een orbiter om Saturnus en een sonde de dampkring van de Saturnus-maan Titan in, en als laatste een rondvlucht langs een aantal planetoïden of kometen. De onderzoekers zullen met die voorstellen in de hand de ESA en de NASA gaan bewerken.

Het is de vraag of ze erg veel sukses zullen hebben. De NASA heeft, na een diepe inzinking, een financieel haalbaar probramma voor planeetonderzoek op lange termijn op papier gekregen. De vooruitzichten daarvoor lijken goed. De eerste stap is een simpele Marsorbiter van het type Mariner MK.2 die de bodemsamenstelling van Mars en de rol van water op Mars nauwkeurig moet gaan vaststellen. Voor die orbiter vraagt de NASA in het belastingjaar 1985 voor het eerst geld. Het jaar daarop moet een tweede Mariner MK.2 projekt (naar de komeet Honda-Mrkos-Pajdoesakova) financieel van start gaan. De NASA wil nu dit najaar van West-Europa ja of nee hebben over een gezamenlijke vlucht naar Saturnus en Titan, uit te voeren met de reserve-Galileo als basis en een door Europate bouwen Titan-sonde. Aarzelt Europa, dan hakt de NASA de knoop door ten gunste van haar Mariners.

Een duidelijk ja-woord van Europa wordt echter moeilijk. De wetenschapsafdeling van de ESA is niet zo geïnteresseerd in planeetonderzoek. Instituten en bedrijven uit afzonderlijke Europese landen zouden wel kunnen samenwerken (zo levert MBB uit West-Duitsland nu al een flinke bijdrage aan de originele Galileo die naar Jupiter gaat), maar het is de vraag of die op korte termijn tot sluitende afspraken kunnen komen. Planeetonderzoekers in de Verenigde Staten en Europa zullen in de komende maanden hun uiterste best doen de ESA en de NASA tot een gemeenscha ppelijk projekt te brengen. Of dat er ook komt, hebben ze helaas niet in eigen hand.



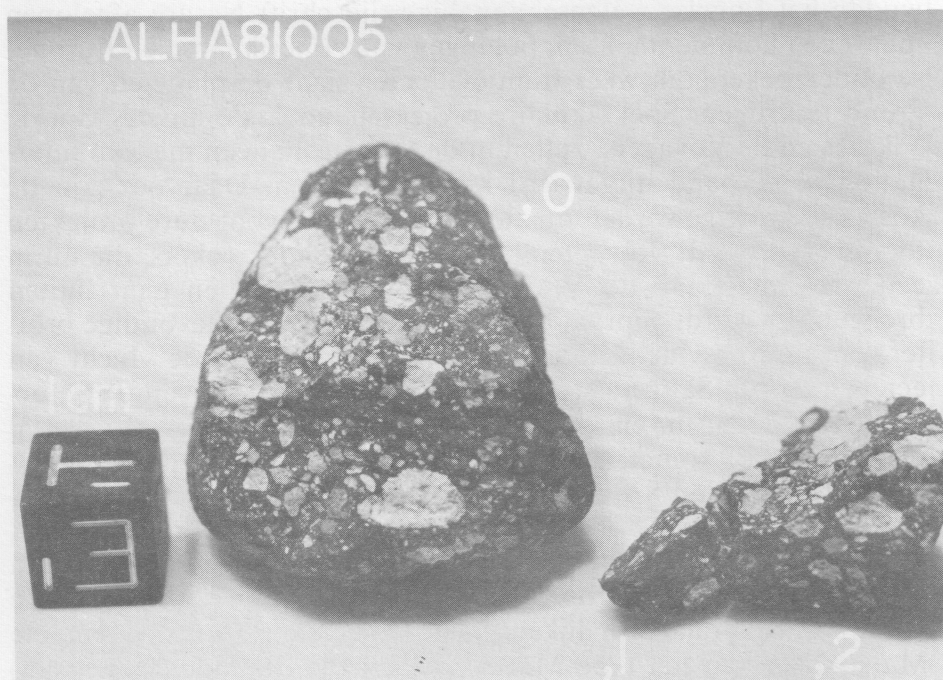
Tijdens de Galileo-missie bij Jupiter wordt een sonde de dampkring van die planeet ingestuurd. Europa zou zo'n soort sonde kunnen bouwen voor onderzoek in de atmosfeer van Titan. De Amerikanen sturen de reserve-Galileo dan naar Saturnus. Foto JPL

Siso kode 552.5

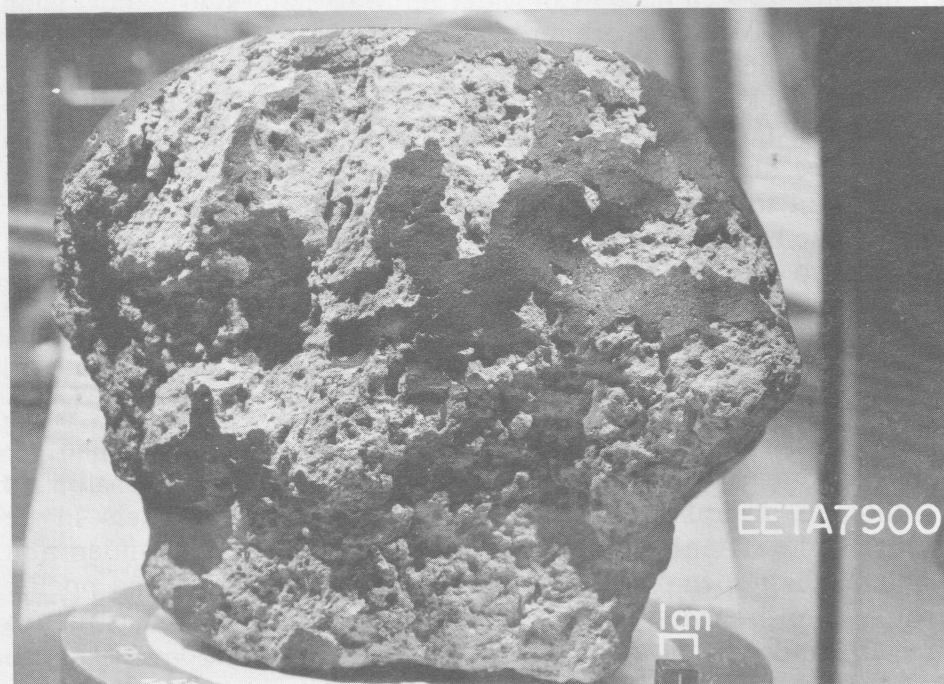
De Maan gooide met stenen; Mars ook?

Meteoriet-onderzoekers twijfelen er nauwelijks meer aan: meteoriet ALHA 81005, in 1981 gevonden in het Zuidpoolgebied, moet van de Maan gekomen zijn. Enkele van die onderzoekers vermoeden dat een andere meteoriet, EETA 79001, zelfs van Mars komt.

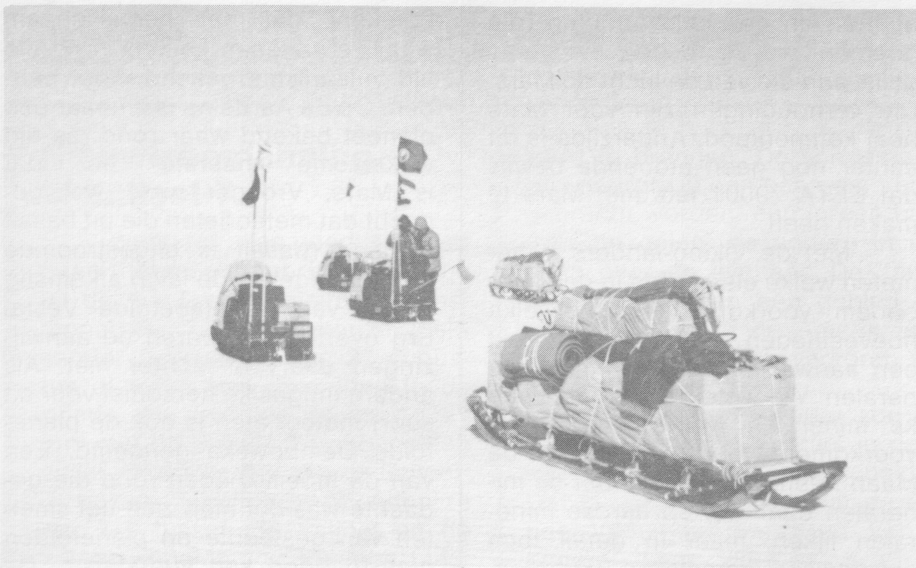
Huub Eggen



Steentje ALHA 81005 met twee kleinere brokken. De drie brokken samen wegen maar 31,4 gram. De lichte stukken in de steen zijn anorthiet; de donkere rest bestaat uit mikroskopisch kleine stukjes anorthiet en glas. De samenstelling van de meteoriet maakt het waarschijnlijk dat hij uit berggebied op de Maan komt en waarschijnlijk zelfs van de achterkant van dit hemellichaam.



Meteoriet EETA 79001 zou van de planeet Mars afkomstig kunnen zijn. De steen weegt 7,94 kilo. De donkere plekken zijn een soort korst die ontstaan is door de hitte bij het binnendringen in onze dampkring. De steen zit vol holtes; dat is kenmerkend voor vulkanisch gesteente. De gaten zijn ontstaan toen gas uit het nog vloeibare gesteente ontsnapte.



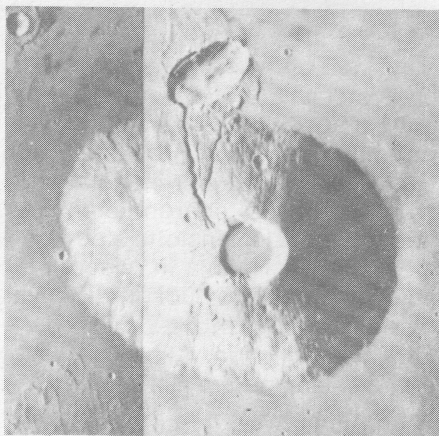
Het Zuidpoolgebied blijkt een ware schatkamer van meteorieten te zijn. Door het ijzige klimaat worden ze nauwelijks verweerd en blijven betrekkelijk maagdelijk. Ze vormen daarom heel betrouwbaar onderzoeksmateriaal. Hier wordt meteoriet EETA 79001 opgepikt. Foto dr.William A.Cassidy

In 1975 ontdekten enkele onderzoekers op Antarktika een paar gebieden waar de meteorieten zo voor het oprapen liggen op het ijs (zie A&K 2/'79 en 6/'80). Sindsdien worden die gebieden elke poolzomer afgespeurd door vooral Amerikanen, Japanners en West-duitsers. In het seizoen 1981/1982 werd een steentje gevonden dat er heel anders uitzag dan wat men meestal vindt. De stenen die door de Amerikanen gevonden worden, gaan naar dr. Brian Mason van het Smithsonian Institution in Washington. Hij zorgt er dan voor dat de stenen bij onderzoekers terecht komen. Toen hij steentje ALHA 81005 zag, moest hij meteen denken aan de stenen die de bemanning van de Apollo-16 van de Maan had meegenomen. ,,Hoe meer ik het steentje bekeek, hoe meer ik er van overtuigd raakte dat het van de Maan gekomen moest zijn'', zei hij in november 1982 tegen John Eberhart van het Amerikaanse blad Science News.

Vorig jaar december kregen onderzoekers stukjes van het steentje om te bestuderen. Afgelopen maart werden de resultaten daarvan op de jaarlijkse konferentie over planeetonderzoek in Houston bekend gemaakt. Die konferenties begonnen na de vlucht van de Apollo-11 als ,,maansteen''-konferenties. Sinds een aantal jaren houdt men er zich echter voornamelijk met planeetonderzoek bezig. Op die bijeenkomst in Houston heerste een zelden vertoonde eensgezindheid onder de aanwezige bezoekers. Eigenlijk was iedereen het er over eens dat ALHA 81005 een stukje van de Maan is. Er zijn dan ook heel wat sterke aanwijzingen die daarvoor pleiten.

Net een Apollo-maansteen

Naar zijn mineraalsamenstelling en opbouw is ALHA 81005 een anorthositische breksie en dat is een soort gesteente dat we alleen maar van de Maan kennen. Het komt niet op Aarde voor en ook niet in ons bekende meteorieten. De term breksie wil zeggen dat het gesteente bestaat uit aan elkaar gekitte hoekige brokjes van andere gesteenten. Voor het maanoppervlak is dat heel logisch, want het oppervlak is volkomen vergruisd door inslagen van meteorieten. Zoals gezegd doet het steentje sterk denken aan de stenen die door de Apollo-16 bemanning landde in een echt berggebied op de Maan. De berglanden op de Maan bezitten de meeste kraters. Hun oppervlak is heel intensief door inslagen bewerkt. De breksie wordt anorthositisch genoemd omdat de brokjes gesteente die erin zitten, rijk zijn aan anorthiet. Dat is een bazalt die veel plagioklaas bevat. Plagioklaas is een aluminiumsilikaat, met natrium en calcium erin opgenomen. Op de Maan bevat anorthiet bijna alleen maar calcium, nauwelijks natrium. Het anorthiet dat op Aarde voorkomt en in meteorieten is aangetroffen, is veel rijker aan natrium. Het type anorthiet dat op de Maan is aangetroffen, is echt heel kenmerkend voor dat hemellichaam.



Aan de voet van de vulkaan Ceraunius Tholus op Mars ligt een langgerekte krater. Die zou ontstaan kunnen zijn door de inslag van een meteoriet die onder een kleine hoek het oppervlak trof. Volgens berekeningen kan daarbij materiaal weggeslagen zijn dat aan de aantrekkingskracht van Mars ontsnapte.

Wat zijn samenstelling betreft lijkt ALHA 81005 vrijwel volmaakt op steen 15418, meegenomen door de astronauten van de Apollo-15, die vlakbij een berggebied landden.

Nog meer aanwijzingen

In de brokjes anorthiet komen sporen van kosmische straling voor en dat is heel begrijpelijk voor een herkomst van de Maan. Dat hemellichaam heeft immers geen dampkring en magneetveld om kosmische straling af te schermen. Bovendien wijzen die sporen erop dat het gesteente zo'n 100 miljoen jaar lang door kosmische straling werd bestraald en dat is een waarde die men voor veel maanstenen ook heeft gevonden. De breksie moet aan het begin van die tijd door een inslag zijn gevormd. Blijkens de metingen is het materiaal aan het eind van die periode weer begraven geraakt, waarna een nieuwe inslag de brok helemaal lossloeg. Naar schatting kwam de steen rond 100.000 jaar geleden op Antarktika terecht.

Hoewel ALHA 81005 sterk lijkt op het materiaal van de Apollo-16 landingsplaats, zijn er ook kleine verschillen in samenstelling. Die doen vermoeden dat het steentje uit een niet eerder bezocht gebied komt. Tot afgelopen voorjaar waren nog geen dateringstechnieken op het steentje losgelaten. Een datering zou de oorsprong nog verder kunnen verduidelijken. Niet alleen weten we van verscheidene delen van de Maan hoe oud het oppervlak is, bovendien zijn de ,,gewone'' meteorieten allemaal rond

4,6 miljard jaar oud en de maanstenen verscheidene honderden miljoenen tot ruim een half miljard jaar jonger. De ouderdom van ALHA 81005 moet bij de ouderdom van de maanstenen in de buurt komen, als het werkelijk een maansteentje is.

Hoe kwam de steen op Aarde?

De grote vraag is hoe materiaal van de Maan losgeslagen kan worden. Men heeft zich nooit goed kunnen voorstellen dat er werkelijk materiaal van de Maan op Aarde zou kunnen komen. Steentje ALHA 81005 lijkt de zaak nu om te draaien: kijk maar, het kan wel en leggen jullie nu maar uit hoe. Jay Melosh van de Universiteit van Arizona heeft intussen berekend dat bij inslagen op de Maan opgeworpen materiaal heel best een snelheid kan krijgen van meer dan 2,4 km per sekonde, de snelheid om aan de aantrekkingskracht van de Maan te ontsnappen. Dat kan zelfs zonder dat er geweldige schokgolven in de bodem ontstaan. Dat is een plezierige uitkomst, want ALHA 81005 vertoont wel inwendige gevolgen van schokwerking, maar niet meer dan wat in sommige maanstenen van de Apollo-vluchten werd aangetroffen. Met dat al is nog niet bekend waar de steen nu precies vandaan komt. Rolf Ostertag en Graham Ryder van het Instituut voor Mineralogie in Münster hebben de krater Giordano Bruno voorgesteld. Zonder twijfel is dat één van de jongste kraters van de Maan. Een andere mogelijkheid vormen de kraters die kennelijk door heel schuin inslaande meteorieten zijn ontstaan. De bekende dubbelkrater Messier aan „onze" kant van de Maan is daar een duidelijk voorbeeld van. Voorlopig blijft dit echter alleen maar giswerk.

Stenen van Mars?

Onderzoek aan een meteoriet die al in 1979 op Antarktika werd gevonden, en die de aanduiding EETA 79001 heeft gekregen, vormt een nog veel spannender verhaal dan het relaas van ALHA 81005. In delen van EETA 79001 komen de edelgassen neon, argon, krypton en xenon voor in een verhouding die gelijk is aan de verhouding van deze gassen in de dampkring van Mars. Dat laatste weten we uit de metingen met de Viking-landers. Van sommige edelgassen zijn de verhoudingen tussen hun gewone atomen en gewichtsvarianten (die noemen we isotopen) eveneens gelijk aan die van de lucht op Mars. Die verhoudingen zijn voor Mars heel kenmerkend. Anderzijds is dit echter nog geen afdoende bewijs dat EETA 79001 iets met Mars te maken heeft.

Met de Viking-landers is gemeten welke elementen in de Marsbodem voorkomen en in welke hoeveelheden. Dat geeft indirekt een aanwijzing voor sommige mineralen. We weten echter niet welke mineralen werkelijk op Mars voorkomen. Het onderzoek van de Maan heeft ons geleerd dat de mineralen daar wel op aardse mineralen lijken, maar in detail toch aanzienlijke verschillen vertonen. EETA 79001 kan dus heel best van een ander hemellichaam komen.

Hernieuwde aandacht voor snik-meteorieten

Het onderzoek aan EETA 79001 en de vondst van ALHA 81005 heeft een heel speciale groep meteorieten midden in de belangstelling gebracht. Die groep wordt aangeduid met de afkorting SNC, uitgesproken als „snik".

De letters staan voor Shergotty, Nakhla en Chassigny. Dat zijn plaatsen in respektievelijk India, Egypte en Frankrijk. Het enige wat ze verbindt is dat bij die plaatsen totaal afwijkende meteorieten zijn gevonden. Meteorieten zijn trouwens altijd genoemd naar hun vindplaats. De Chassygny-meteoriet werd in 1815 gevonden; pas zo'n vijftig jaar geleden ontdekte men het bijzondere karakter van deze steen. In 1865 werd bij Shergotty ook een heel vreemde meteoriet gevonden. Er zijn intussen vier van dergelijke meteorieten bekend; ze worden de shergottieten genoemd. In 1911 tenslotte sloeg een meteoriet bij Nakhla in, waarbij hij een hond doodde. Ook in dit geval bleek het om een heel bijzondere meteoriet te gaan. Alles bij elkaar zijn er maar negen SNC-meteorieten bekend.

In de jaren na 1960 ontdekte men dat de SNC-stenen maar zo'n 1,3 miljard jaar oud zijn en dat is heel wat jonger dan de gebruikelijke leeftijd van meteorieten, zo'n 4,5 à 4,6 miljard jaar.

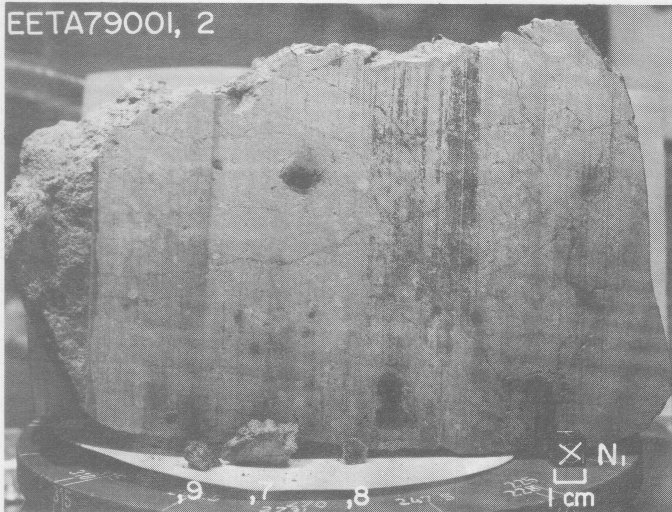
Uit de hoeveelheden radioaktieve elementen en hun isotopen in de vier bekende Shergotty-meteorieten kunnen de onderzoekers afleiden dat deze stenen 1,3 miljard jaar geleden door afkoeling van vloeibare lava ontstonden. Dat betekent dat het hemellichaam waar ze vandaan komen, rond die tijd vulkanisme gekend moet hebben. Op de Aarde na is er maar één planeet bekend waar rond die tijd vulkanisme heerste en dat is...Mars. Vroeger werd wel gedacht dat meteorieten die uit basalt bestaan (basalt is uitgestroomde en toen afgekoelde lava) afkomstig waren van de planetoïde Vesta. Erg overtuigend waren de aanwijzingen daarvoor echter niet. Als andere mogelijke herkomst voor dit soort meteorieten is ook de planetoïde Dembowska genoemd. Eén van de moeilijkheden rond die gedachte was dat men zich het smelten van gesteente op planetoïden niet zo goed kan voorstellen. De aanwezigheid van bazalt toont aan dat een aanzienlijke hoeveelheid gesteente vloeibaar moet zijn geweest, en liever nog dat er vulkanisme moet hebben geheerst van het soort dat ook op Aarde voorkomt. Dat kan alleen maar in brokken materie die minimaal een paar duizend kilometer in doorsnede zijn. Daarom is het zo interessant dat de aanwijzingen in de richting van Mars gaan. Helemaal interessant blijkt intussen de samenstelling van de Shergotty-meteoriet te zijn. Die lijkt namelijk op die van EETA 79001. Er zijn daarom al twee „Mars-kandidaten".

Wat gebeurde er met EETA 79001?

Uit de radio-aktieve elementen en uit intense schokvorming in de steen leiden onderzoekers af dat de steen zo'n 180 miljoen jaar geleden door een geweldige inslag op de moederplaneet moet zijn losgeslagen. Sporen van kosmische straling in de steen wijzen erop dat EETA 79001 oorspronkelijk in een brok materie van minstens twee meter in diameter heeft gezeten en dat dit brok zo'n 2 miljoen jaar geleden in de ruimte uiteen viel. Later werd het door de Aarde gevangen en kwam het op de ijskap van het Zuidpoolgebied terecht.

Net als bij de Maan is ook bij Mars de vraag of werkelijk stenen losgeslagen kunnen worden van het grootste belang. Met het voorbeeld van ALHA 81005 erbij lijkt zoiets minder fantastisch dan men tot nog toe dacht. Verscheidene onderzoekers hebben de afgelopen tijd aan het probleem zitten rekenen en er blijken inderdaad wel mogelijkheden om materiaal van Mars los te slaan.

John O'Keefe en Thomas Ah-



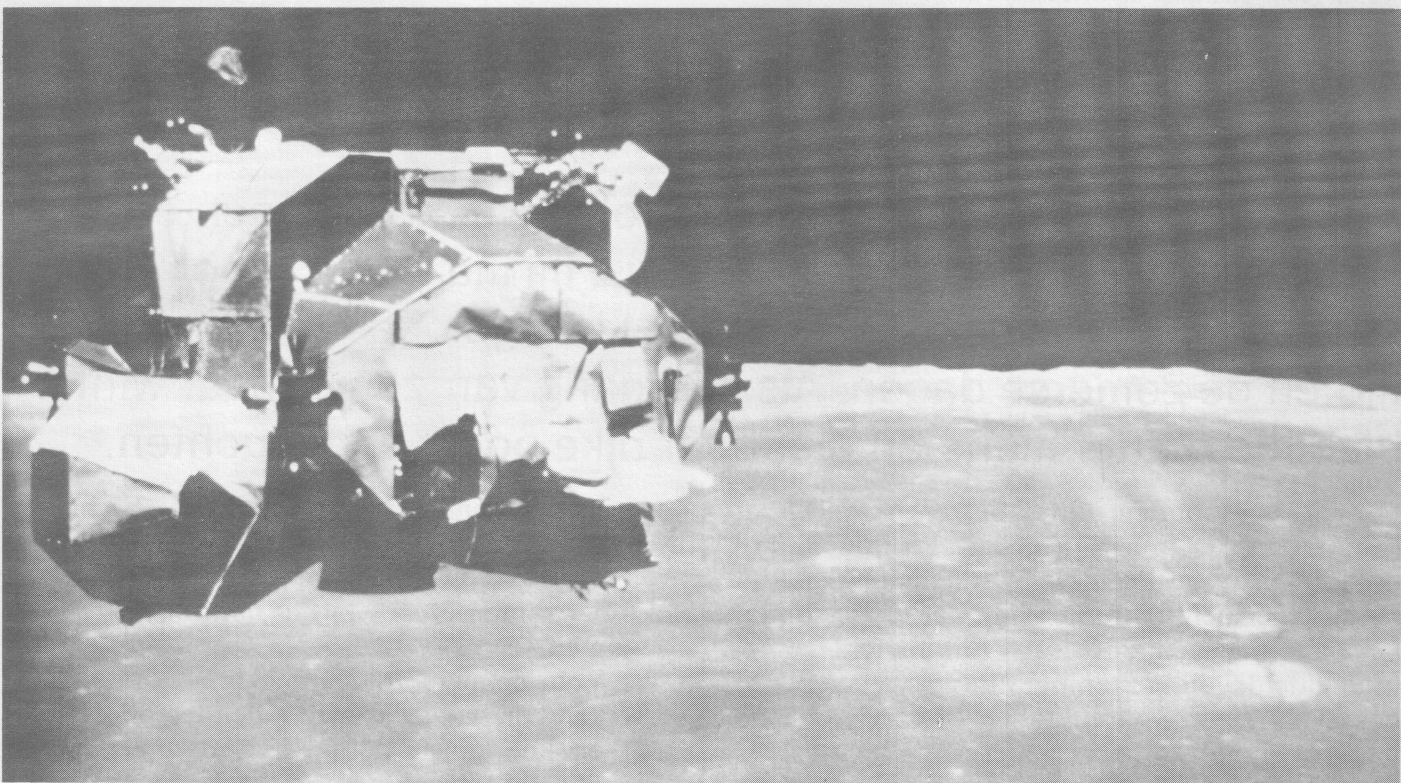


Zo ziet meteoriet EETA 79001 er van binnen uit. In de steen zitten holtes waarin gas heeft gezeten. Rechts beneden zijn twee grijze vlekken te zien: dat is glasachtig materiaal. Het kan ontstaan zijn tijdens de inslag waarbij de steen uit het oppervlak werd losgeslagen. Het kunnen ook oudere brokjes materiaal zijn die werden ingesloten toen het gesteente nog vloeibaar was.

De maanlander van de Apollo-16 teruggekeerd bij het moederschip. Heel wat van de stenen die de astronauten meenamen, lijken sterk op meteoriet ALHA 81005. Rechts op de foto zien we de dubbelkrater Messier. Die is gevormd door meteorieten die onder een kleine hoek met het oppervlak insloegen. Daarbij kan materiaal helemaal van de Maan zijn weggeslagen.

▼

Dr.Donald Bogard van de afdeling voor onderzoek van de Aarde en de planeten bij het Johnson Space Flight Center in Houston bekijkt meteoriet EETA 79001. De steen ligt in een hermetisch afgesloten kastje, dat helemaal gevuld is met stikstof. Dat wordt gedaan om kontakt met de lucht en daardoor oxdatie te voorkomen.



rens van het California Institute of Technology in Pasadena hebben uitgerekend dat gewone meteorietinslagen in een dichte bodem met veel vluchtige bestanddelen brokken van een planeet kunnen wegslaan. Dergelijke omstandigheden komen op Mars vrij algemeen voor. Lawrence Nyquist van het Maanstenen Laboratorium in Houston heeft berekend dat bij een inslag van een grote meteoriet onder een hoek van 15 graden met het oppervlak ook materiaal weggeslagen wordt. Sommige brokken krijgen dan een snelheid die groot genoeg is om aan de aantrekkingskracht van Mars te ontsnappen. Dergelijke ,,scheve'' inslagen op Mars zijn voorgekomen, want foto's van het oppervlak tonen langwerpige inslagkraters.

Dat sommige meteorieten, en mogelijk alle SNC-stenen, van Mars afkomstig zijn zal pas definitief aangetoond of verworpen kunnen worden, wanneer we materiaal van Mars zelf gehaald hebben. Waarschijnlijk zal dat deze eeuw niet meer gebeuren.

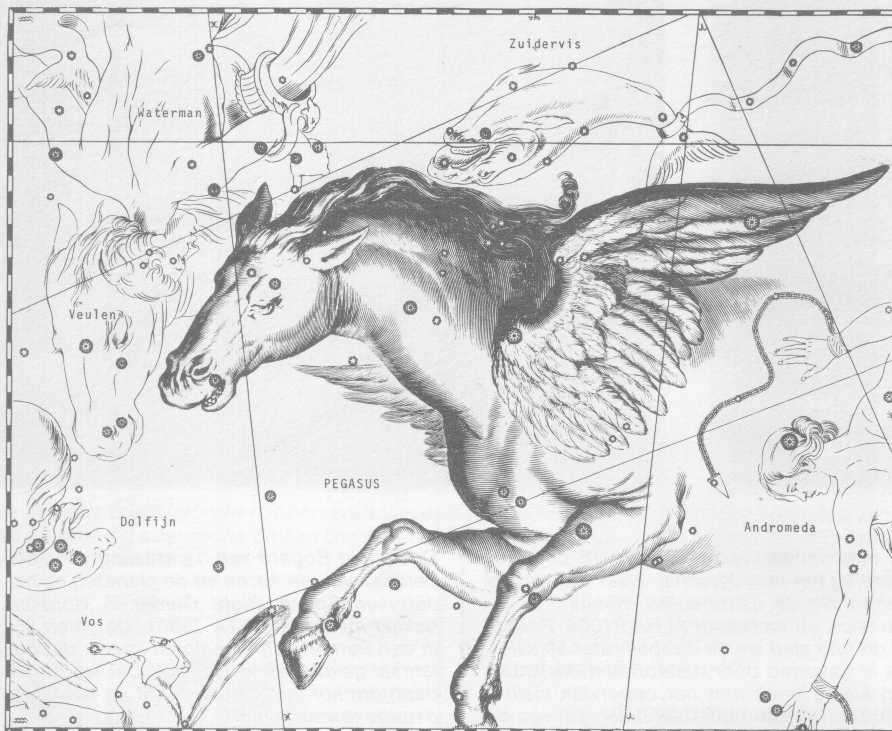
Alle foto's, tenzij anders vermeld, NASA.

Met dank aan dr.William A.Cassidy voor zijn hulp bij het verzamelen van illustratiemateriaal.

Siso kode 552/557.2

aarde & kosmos
astronomie

Ada Molkenboer



Aan de zuidoostelijke hemel staat 's avonds het grote sterrenbeeld Pegasus, het vliegende paard uit de Griekse mythologie.

De hemel en natuur in september en oktober.

De vakanties zijn voorbij, de scholen weer begonnen en hoe stads de tegenwoordige mens ook is, hij maakt zich toch gereed voor de winter. De herfst begint, het is afgelopen met de zomertijd en de zomerse dagen. Als overgang van zomer naar winter biedt de natuur mens en dier haar rijke oogst aan vruchten.

In de maanden september en oktober valt in ons land de minste neerslag, gemiddeld 110 millimeter, in de Peel. De Waddeneilanden zijn nu, in tegenstelling tot het voorjaar en de zomer, het natst met gemiddeld 160 millimeter. De gemiddelde dagelijkse temperatuur is voor september 18,7 °C en voor oktober 14,3 °C; ook de nachten zijn al wat frisser, met gemiddeld 9,4 °C in september en 6,4 °C in oktober. In september komen gewoonlijk nog tien dagen met een temperatuur boven de °C voor. Ze kunnen vooral in de eerste helft van september verwacht worden, wanneer het weer hier vrijwel altijd mooi en rustig is. De tweede helft van september wordt al koeler; sommige depressies die ons nu bereiken, zijn de restanten van uitgewoede tropische wervelstormen. Ze zijn afkomstig van de Atlantische Oceaan bij Florida in de Verenigde Staten.

Oktober heeft gemiddeld nog slechts twee dagen boven de 30 °C. De eerste nachtvorst kan ook in oktober al verwacht worden. Er blijven wat onweerskansen; de laatste dertig jaar werd gemiddeld op negentien dagen in september en oktober samen ergens in het land onweer waargenomen.

Voor de meteorologen begint de herfst al op 1 september, volgens onze kalender op 21 september. Die laatste datum ligt iets meer in ons gevoel, want tegen het eind van de maand wordt het echt niet warm meer. Verantwoordelijk daarvoor is onder andere de mist die 's nachts gaat ontstaan. De zonnewarmte is de volgende dag dan nodig om die mist op te lossen; er blijft weinig over om de lucht te verwarmen. In oktober komt er meer mist. Alleen in het kustgebied houdt de warme zee de lucht nog boven misttemperatuur. Het zeewater is in deze tijd van het jaar voor onze kust gewoonlijk zo'n 16 °C, na een warme zomer nog wel meer. Vanaf half oktober tot eind januari is de hoeveelheid zonneschijn in



Het Nederlandse klimaat is heel geschikt om op arme grond heide te laten groeien. Menselijke aktiviteit is wel nodig om de heide in stand te houden.

verhouding tot de tijd dat de Zon boven de horizon staat het kleinst van het hele jaar. De donkere dagen vóór Kerst zijn dus echt een feit.

Heidevelden

Heel sterk met de nazomer en het begin van de herfst is de heide verbonden. De heidevelden bloeien en tussen de pollen Caluna vulgaris (struikheide) kan men nog veel andere plantjes aantreffen. Welke soorten men tegenkomt, is afhankelijk van de ligging van het heideveld, de ondergrond en de ligging van elk afzonderlijk plekje ten opzichte van zijn direkte omgeving. Zo zijn er natte en droge heides te onderscheiden; kleine verschillen in reliëf en bijvoorbeeld een poeltje leveren wat extra variatie in de begroeiïng op.

Nederland blijkt bij uitstek geschikt voor de ontwikkeling van heidevelden. In noordelijker streken ligt te lang sneeuw, waardoor zich daar op vergelijkbare plaatsen een toendra-vegetatie ontwikkelt.

Naar het oosten worden de zomers te droog en de winters te koud; er ontstaan grassteppen. Heideplanten vinden we alleen in de beschutting van naaldbossen. Naar het zuiden zijn de zomers ook te droog en vinden we dankzij de zachte regenrijke winters garrigue- en maquis-vegetaties. In de bergen treffen we iets aan dat als heide oogt, maar bij nadere beschouwing uit andere soorten dan onze heide blijkt te bestaan.

Naar het westen toe valt er te veel regen, waardoor zich daar de zogeheten "blanket bogs" ontwikkelen, een grote deken van veen over bergen en dalen.

Heidevelden worden door de mens in stand gehouden. Vroeger was dat vooral doordat men er zijn kleine vee liet grazen en de heide afplagde voor de landbouw: de stalmest en plaggen werden gemengd om akkers mee te bemesten. Tegenwoordig grazen de schapen en maaien de mensen om het heideveld in stand te houden.



In het natte klimaat van Schotland ontwikkelt zich veen dat als een deken over bergen en dalen ligt.

Wanneer stuifzanden en kalkarme duinen dichtgroeien, komt er een bekende opeenvolging van begroeiïng. Eén van deze fasen is een heidevegetatie. Soms komt de natuur in kustgebieden nooit verder dan heide; de harde en vaak zoute wind verhindert dan het opgroeien van bomen. De heides in hoogveengebieden bestaan meestal uit dopheide en struikheide, en in het noorden tevens uit kraaiheide: zij blijven ook zonder plaggen, grazen en maaien bestaan.

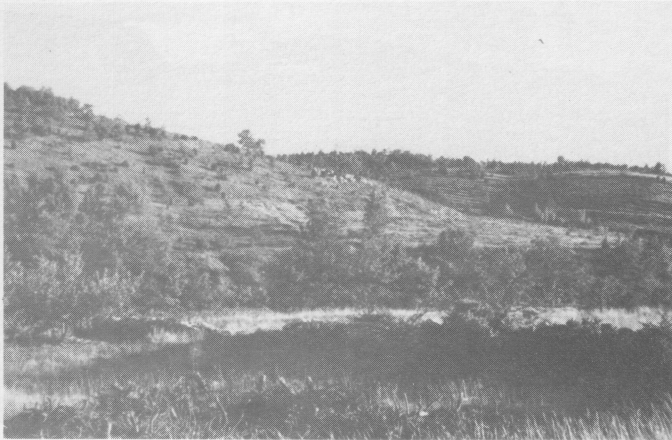
Een veelheid aan planten

Tussen de struikjes heide groeien plantjes als tormentil, kruipbrem, kleine wolfsklauw, vleugeltjesbloem, grasklokje, liggend walstro, hondsviooltje, wolverlei, guldenroede, wilde tijm, maanvaren, knollathyrus, bosanemoon, kleine bevernel en schapezuring. Ze komen niet allemaal tegelijk voor; afhankelijk van plaats en tijdvinden we steeds één of meer soorten bij elkaar. Naast deze bijzonder mooie plantjes zijn er ook diverse soorten gras, mos, korstmos en levermos in een heideveld te vinden. Bijzonder de moeite van een speurtocht met ogen en kamera waard.

De hemel

Nu de nachten weer lengen en de klok ten gunste van de sterrenkijkers verzet wordt, is er weer heel wat te zien boven ons hoofd.

In het noorden staat de Poolster met zijn Kleine Beer, omgeven door de Draak en lager aan de horizon de Grote Beer. Hoog in het noordoosten zien we Cassiopeia. De Andromedanevel staat in het oosten, en eronder, richting horizon vinden we Perseus, de Pleiaden en de Stier. In oktober staan de Pleiaden precies in het oosten. In oktober staat het sterrenbeeld Voerman, met de heldere ster Capella, boven de noordoostelijke horizon. De Stier en de Ram staan dan wat hoger aan de oostelijke hemel. De



In Zuid-Europa met zijn lange, droge zomers kan heide niet bestaan. De struikvegetaties van de garrigue en de maquis nemen daar de rol van de heide over.

Vissen vinden we in het zuidoosten, de Waterman laag en Pegasus hoog in het zuiden, en de Steenbok vrij laag boven de zuidwestelijke horizon. De typische zomerbeelden Zwaan, Lier en Arend zien we eerst nog hoog in het zuidwesten en later minder hoog in het westen. Hercules zakt geleidelijk naar de noordwestelijke horizon.

De planeten

Mercurius is van 26 september tot 16 oktober 's morgens kort voor zonsopkomst in het oosten te zien. Vanaf 4 september is Venus weer ochtendster. Zij is dus ook in het oosten zichtbaar. Ook Mars staat 's morgens in het oosten, op 28 september bijna één graad ten noorden van Regulus, de hoofdster van de Leeuw.

Jupiter staat 's avonds in het zuidzuidwesten. Saturnus is maar tot 15 september na zonsondergang in het zuidwesten te zien. Uranus verdwijnt na 20 september uit het zicht; daarvoor is hij, zoals het hele jaar al, dichtbij Jupiter te zien. Ook Neptunus staat aan de avondhemel,in het sterrenbeeld de Schutter, maar hij is een zeer onopvallende verschijning.

Zomertijd en herfst

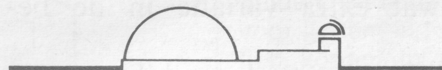
De herfst begint astronomisch gezien dit jaar op 23 september om 16.42 uur. Het is dan nog steeds zomertijd. We zetten de klok weer een uur terug in de vroege ochtend van 25 september. Om 3 uur gaat de klok terug naar 2 en daarmee is de zomertijd opgeheven.

Bijzondere verschijnselen

De Maan en de planeten zorgen ook deze maanden weer voor enkele mooie samenstanden. Op 5 september staat de Maan 's ochtends twee graden ten noorden van Mars. Beide hemellichamen komen vlakbij elkaar op. Op 12 september voeren de Maan en Jupiter een spektakel op. Viel het afgelopen zomer, op 22 juni , velen die 's avonds lekker buiten zaten, op dat er een ster (Jupiter) vlak onder de Maan stond, nu zullen deze kijkers, als ze de moeite nemen, nog verbaasder kunnen zijn. Jupiter verdwijnt deze keer namelijk achter de Maan. Dat gebeurt om 20.25 uur (voor het midden van het land gerekend) aan de donkere helft van de Maan. Om 21.39 uur komt Jupiter aan de verlichte kant weer achter de Maan vandaan. Het is nu alleen maar hopen dat er geen wolken zullen zijn.

Op 5 oktober staat tegen zes uur 's morgens een heel smal maansikkeltje boven de zuidoostelijke horizon. Zo'n vier graden (acht maandiameters) ten zuiden van onze begeleider kunt u Mercurius aantreffen. Naast de samenstanden van Maan en planeten, vormen ook enkele planeten onderling samenstanden.

In de avond van 24 september krijgt u een -moeilijke- gelegenheid Uranus op te sporen. Hij staat dan een halve graad ten zuiden van de planeet Jupiter, laag in het westen. Aan de ochtendhemel komen Venus en Mars bij elkaar in de buurt. Hun kleinste schijnbare afstand bereiken ze op 28 oktober, wanneer Mars minder dan twee graden ten noorden van Venus arriveert. Om dit te zien, moet u wel voor zevenen uw bed uit.



Bij het ter perse gaan van dit nummer was het programma van het planetarium nog niet bekend. In principe zouden echter dezelfde voorstellingen gegeven worden als in de afgelopen twee maanden.

Daarnaast zal er in het planetarium heel wat te horen en tezien zijn over het Spacelab. Midden september gaat een tentoonstelling over het Spacelab en de Space Shuttle van start. Tijdens de Spacelabvlucht zal er voortdurend informatie over het verloop van de missie beschikbaar zijn. Er wordt geprobeerd een rechtstreekse geluidsverbinding met de NASA en de ESA te verzorgen.

Verder zijn er film- en misschien ook videovertoningen. Ook komt er een wedstrijd wie de mooiste foto of dia heeft gemaakt van de Enterprise op de rug van de Boeing 747 toen die op 5 juni boven Nederland vloog.

Het planetarium is gevestigd aan de Kromwijkdreef 11 in Amsterdam-Zuidoost en met de metro bereikbaar; uitstappen eindpunt Gaasperplas. Met de auto moet u de afslag Gaasperplas op de A9 nemen. Telefoon 020-963484.

Rivierenland is de titel van de tentoonstelling die tot 1 mei 1984 in het Natuurhistorisch Museum Rotterdam is te bezichtigen. Alle aspekten die met onze grote rivieren samenhangen worden belicht. In een grote maquette is het stroomgebied van Rijn en Maas van de bron tot de Noordzee uitgebeeld. Voorts is aandacht besteed aan archeologische vondsten die in nederzettingen zijn gedaan die ongeveer 6000 jaar geleden op de hoge oeverwallen van de rivieren lagen. Ook de dijkdoorbraken die sinds het begin van de dijkbouw in de 12e en 13e eeuw hebben plaatsgevongen, krijgen aandacht. Verder is de karakteristieke flora en fauna van het rivierengebied niet vergeten. Opgezette vissen, vogels, zoogdieren en planten worden getoond. De openingstijd is dagelijks van 9 tot 17 uur. Het museum is gevestigd op het terrein van Diergaarde Blijdorp, Van Aerssenlaan 49, Rotterdam; telefoon 010-678115.

Het Natuurmuseum Nijmegen heeft tot 30 september een tentoonstelling over vleermuizen binnen haar muren. Deze bedreigde dieren hebben veel interessante aspekten die op de tentoonstelling allemaal worden behandeld. Zo wordt ingegaan op hun bouw, leefwijze, verspreiding (vooral in de buurt van Nijmegen) en hun jachttechnieken met behulp van een ingewikkeld sonarsysteem. De openingstijden zijn: maandag t/m vrijdag van 10.30 tot 17 uur en zondag van 13 tot 17 uur. Het adres is Gerard Noodtstraat 21, Nijmegen; telefoon 080-230749.

De liefhebbers van oude schepen en hun uitrusting kunnen op het Museumschip "Buffel" in Rotterdam hun hart ophalen. Hier is veel te zien over scheepssier, bewapening, voortstuwing, navigatie en andere scheepsuitrustingszaken. Ook is er een expositie over het leven aan boord van de Buffel als varend schip van 1868 tot 1896 en als logementsschipp van 1896 tot 1950. De openingstijden zijn dagelijks van 10 tot 17 uur en op zondag van 11 tot 17 uur. Het adres is Leuvehaven 1 (nabij het Churchillplein), Rotterdam; telefoon 010-137342.

In het Aviodome op Schiphol wordt momenteel extra aandacht besteed aan twee dingen. Onder de titel 200 jaar ballon- en luchtscheepvaart wordt herdacht dat in 1783 voor het eerst een mens een luchtreis maakte, per ballon. Dat was het begin van wat onze luchtvaartgeschiedenis is geworden. Over die geschiedenis gaat het



Nico Peeters, met zijn schilderij van een Jumbo, en een echt exemplaar op de achtergrond.

hele Aviodome. Daarnaast zijn in het centrum tot en met 30 september nog ruim twintig schilderijen te zien van luchtvaartschilder Nico Peeters. Hij schildert heel nauwkeurig oude en nieuwe vliegtuigen, van de Farman F.20 verkenner uit de jaren vóór de Eerste Wereldoorlog tot de huidige Boeing 747 Jumbo. Eén schilderij is heel bijzonder: het is de afbeelding van het Fokker F.7a verkeersvliegtuig uit de jaren '20. Het doek waarop geschilderd is, bestaat uit origineel linnen van zo'n F.7a. Het Aviodome is dagelijks geopend van 10 tot 17 uur, en te vinden op Schiphol, in de bekende koepel; telefoon 020-173640.

Op de Flevohof in Oostelijk-Flevoland is sinds 14 juli van dit jaar een permanente tentoonstelling over energie ingericht. De tentoonstelling is opgezet door de Stichting Energie Anders, die al een eigen onderkomen heeft in Hoek van Holland. De stichting geeft vooral voorlichting over alternatieve energievormen en over energiebesparing. Daarnaast komt er een Energiepark op de Flevohof, dat volgend jaar geopend moet worden. Ook dit park is een initiatief van Energie Anders. De Flevohof vindt u aan de Spijkweg 30 in Biddinghuizen, Oostelijk Flevoland: telefoon 03211-1514.

Lia van Loon

Dr. W. van Tend

Siso kode 531.4

Heeft Einstein ongelijk? (2)

Licht is gevoelig voor zwaartekracht. In een sterk zwaartekrachtsveld wordt licht krom getrokken. Daardoor is ons zichtbare beeld van het heelal vertekend. Daarover gaat de Algemene Relativiteitstheorie van Einstein.

De Speciale Relativiteitstheorie, besproken in het vorige nummer van Aarde en Kosmos, komt tot de konklusie dat bij deeltjes massa en energie altijd samengaan. Hoe zit het nu met licht? Licht vertegenwoordigt energie, maar heeft licht ook een massa? Een rustmassa, zoals gewone deeltjes, heeft het niet: licht is nooit in rust; dat is juist het uitgangspunt van de Speciale Relativiteitstheorie. Einstein redeneerde dat de energie van licht toch gepaard moest gaan met een massa, al was er geen rustmassa. De massa van het licht zou onderhevig zijn aan de zwaartekracht. Een zwaartekrachtsveld buigt zo het licht af. De gevolgen daarvan zijn vergaand. Het beeld dat we hebben van het heelal om ons heen, is bepaald door het licht dat wezien. Als de loop van het licht door de alomtegenwoordige zwaartekracht beïnvloed is, dan is het beeld dat we hebben, vertekend. Overal werkt de ruimte zelf als een vertekenende lens.

De Algemene Relativiteitstheorie

Het uitwerken van een theorie hierover heeft Einstein vele moeizame jaren gekost. In 1917 kon hij komen met de zogenaamde Algemene Relativiteitstheorie. De naam is wat misleidend: de Algemene Relativiteitstheorie is niet een veralgemening die de Speciale Relativiteitstheorie overbodig maakt. De Speciale Relativiteitstheorie is van toepassing wanneer hoge onderlinge snelheden in het spel zijn; de Algemene Relativiteitstheorie beschrijft het verband tussen massa, zwaartekracht en de vertekening van de ruimte.

Waarom het 's nachts donker is

De noodzaak van een dergelijke vertekening was al ongeveer een eeuw vóór Einstein naar voren gebracht. Sinds Copernicus had het beginsel dat wij in het heelal geen bijzondere plaats innemen, steeds meer terrein gewonnen. Om ons heen zien we de sterren van een melkwegstelsel, en buiten dat melkwegstelsel zijn nog vele andere melkwegstelsels waarneembaar. Overal in het heelal moet een waarnemer eenzelfde indruk van zijn omgeving krijgen. Dat zou betekenen: een heelal gelijkmatig gevuld met melkwegstelsels. Kijken we nu in een bepaalde richting, dan zullen er talloze melkwegstelsels in die richting liggen. In een van die stelsels moet onze gezichtslijn een ster treffen. In iedere willekeurige richting zouden we zo uiteindelijk op een steroppervlak stuiten. Toch zien we in de meeste richtingen enkel duisternis. We kijken dus in werkelijkheid niet naar een gelijkmatig gevuld, onveranderlijk, oneindig, recht-toe-recht-aan heelal. Omdat het 's nachts zo donker is.

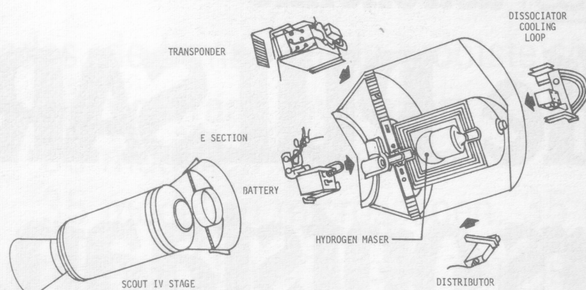
Kontrole op de theorie

De vertekening uit de Algemene Relativiteitstheorie is pas belangrijk als het gaat om heel grote afstanden of heel sterke zwaartekrachtsvelden, net als de Speciale Relativiteitstheorie alleen bij heel hoge snelheden van zich deed spreken. Binnen het zonnestelsel zijn de afwijkingen die de Algemene Relativiteitstheorie voorspelt, maar heel klein. De drie bekende kontroleproeven voor de Algemene Relativiteitstheorie vereisen dan ook een bijzonder grote meetnauwkeurigheid.

De eerste proef betreft de voorspelling dat klokken in een sterk zwaartekrachtsveld trager lijken te lopen. Als klok gebruikt men regelmatige trillingen van atomen. Vroeger keek men bij die proef naar de sterke zwaartekracht op de Zon. In een modernere uitvoering bekijkt men een trillend kristal op de grond vanaf een toren, waarbij de afname van de aardse zwaartekracht over de hoogte van 24 meter al voldoende is.

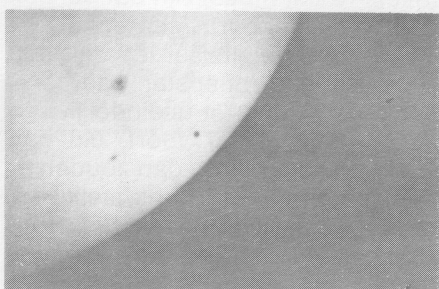
De tweede proef is het waarnemen van sterlicht dat, scherend langs de Zon, in het zwaartekrachtsveld is afgebogen. De eerste metingen hiervan zijn gedaan tijdens een zonsverduistering in 1919, dus al twee jaar na Einstein's artikel. De metingen hebben last van breking in de dampkring van de Zon en in die van de Aarde. Tegenwoordig gaat deze proef niet met sterren, maar met verre radiobronnen. Radiobronnen zijn altijd zonder moeite ook heel dicht naast de Zon waarneembaar. De metingen kunnen altijd en overal vandaan plaatsvinden, niet alleen bij zeldzame zondsverduisteringen.

De derde proef maakt gebruik van de zogenaamde periheliumverschuiving van de planeet Merkurius. De plaats waar Merkurius het dichtst bij de Zon komt (het perihelium) schuift langzaam wat op. Het grootste deel van de opschuiving wordt veroorzaakt door de storende invloed van de andere planeten. Een klein restje is met de Algemene Relativiteitstheorie te verklaren. De Zon heeft een grote massa, haar aantrekkingskracht trekt de ruimte rondom haar een beetje krom. Daardoor legt Merkurius tussen twee opvolgende passages door zijn perihelium net een iets grotere afstand af dan we volgens de mechanikawetten van

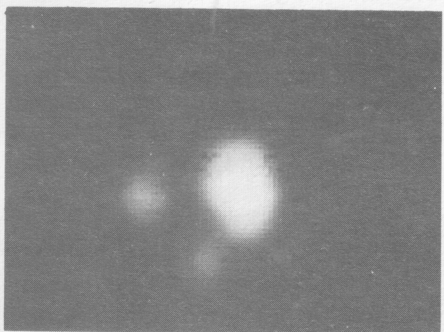


In een sterk zwaartekrachtsveld verloopt de tijdvertraagd. In 1976 is met de Gravity Probe A een waterstof-maser, die een signaal met een uiterst precies bekende frekwentie oplevert, op een Scout-raket 10.000 kilometer omhoog geschoten. Tijdens die vlucht is gekeken naar het verschil dat tussen de maser in de ruimte en eenzelfde maser op Aarde zou optreden. Volgens de Algemene Relativiteitstheorie moet er een verschil ontstaan. De meetnauwkeurig bleek echter nietgoed genoeg om het verschil aan te tonen. Tekening MSFC





De baan van Merkurius, het zwarte stipje dat hier voor de Zon langs schuift, verdraait elke omloop iets. Een deel van dat verdraaien is het gevolg van een effekt dat door de Algemene Relativiteitstheorie wordt voorspeld.



Licht wordt afgebogen door een sterk zwaartekrachtsveld. Men heeft onlangs enkele quasars ontdekt die van ons uit gezien vrijwel achter een melkwegstelsel staan. Dat stelsel werkt dan als een soort zwaartekrachtlens en zorgt voor een dubbel beeld van de quasar. Dat is in dit stelsel van quasars het geval. Foto University of Arizona

Newton en Kepler zouden verwachten. Het verschil is vreselijk weinig, maar het is te meten. Een tamelijke onbekende in dit probleem is de afplatting van de kern van de Zon. Ook die afplatting zou een klein restje aan de verschuiving kunnen bijdragen. Over een paar jaar zal men ook de nog kleinere periheliumverschuivingen van de andere planeten kennen. Dan zijn de uitwerkingen van de Algemene Relativiteitstheorie (of varianten daarop) en van de zonsafplatting uit elkaar te halen. Ook de planetoïde Ikarus is hier behulpzaam. De baan van Ikarus heeft een heel geschikte periheliumverschuiving.

De verplaatsing van het punt van kortste nadering is tegenwoordig ook te bestuderen bij de pulsar die ontdekt is in een dubbelsterstelsel. De knipperende radiopulsar is een uitstekend bewegend baken. De verschuiving in dit stelsel is vele malen groter dan bij Merkurius, maar helaas zijn niet alle nodige gegevens volledig bekend.

Een toepassing van de theorie: het zwarte gat

De uitkomsten van alle drie de besproken kontroleproeven ondersteunen de Algemene Relativiteitstheorie, voor zover ze dat met hun beperkingen kunnen. Varianten van de theorie, die maar weinig afwijken, kunnen de proeven echter niet volledig uitsluiten.

Naast deze drie proeven is er een aantal andere toepassingen van de Algemene Relativiteitstheorie. Daarbij vertelt de theorie meer over het waargenomen verschijnsel dan de waarnemingen over de juistheid van de theorie kunnen vertellen.

Zo biedt de Algemene Relativiteitstheorie de mogelijkheid van het bestaan van zwarte gaten, plaatsen waaruit geen licht kan ontsnappen door de te sterke zwaartekracht. Omdat de zwarte gaten zelf geen licht uitzenden, zijn we wat waarnemingen betreft beperkt tot hun omgeving. Daar kan zich veel gas ophopen, dat bezig is in het gat te vallen. Dat invallen lijkt voor ons steeds langzamer te gaan door de tijdsvertraging diep in het zwaartekrachtsveld van het gat.

De meeste kans dat een zwart gat zich verraadt door invallend gas, bestaat in een dubbelsterstelsel. Als de begeleider zich dicht genoeg bij het zwarte gat bevindt, draagt hij gas over, dat röntgenstraling gaat uitzenden bij het invallen. Als melding wordt gemaakt van het ontdekken van een zwart gat, gaat het om een dergelijk geval. De waarnemingen van de röntgenstraling en van de sterbanen passen dan beter bij een zwart gat dan bij bijvoorbeeld een witte dwergster of een neutronenster.

Een andere toepassing: Zwaartekrachtgolven

Een andere mogelijkheid die de Algemene Relativiteitstheorie aangeeft, is het bestaan van zwaartekrachtgolven. Deze golven worden uitgezonden door heen en weer bewegende massa's, zoals elektromagnetischegolven (radio, licht) worden uitgezonden door heen en weer bewegende elektronen. Geschikte heen en weer bewegende massa's zijn de sterren in een dubbelsterstelsel, die om elkaar heen draaien. Het energieverlies door het uitzenden van zwaartekrachtgolven leidt tot het veranderen van de sterbanen. Waarnemingen van de al genoemde dubbelsterpulsar wijzen erop, dat dat stelsel inderdaad zulke golven uitzendt.

Verschillende onderzoekers hebben geprobeerd op Aarde zwaartekrachtgolven op te vangen. Als antenne diende een reusachtige aluminium cilinder, die met de golven moest gaan meetrillen. Natuurlijk zijn er talloze andere oorzaken die de cilinder veel erger lieten trillen. Berichten dat werkelijk zwaartekrachtgolven uit het heelal opgevangen waren, zijn nooit meer geworden dan geruchten. Een echt gevoelige antenne zou op geen stukken na meer op de Aarde passen, reden waarom dit onderzoek in het slop is geraakt.

Het laatste deel van deze serie zal ingaan op de betekenis van de Algemene Relativiteitstheorie voor de geschiedschrijving van het heelal. Verder zullen we bekijken of er werkelijk zwakke punten in de relativiteitstheorie zitten.

Supersnelle PULSAR toch anders ontstaan.

In het sterrenbeeld Vosje staat een supersnel rondtollende neutronenster. Maar liefst 642 maal per sekonde stuurt hij een ''flits'' radiostraling naar ons toe. Sterrenkundigen hebben druk zitten rekenen hoe zo'n flitsster, die men een pulsar noemt, zo snel kan gaan ronddraaien.

Dr. W. van Tend

Nadat vorige herfst een zeer snel ronddraaiende pulsar was ontdekt, kwamen vele sterrenkundigen met verklaringen ervoor. Al die onafhankelijk bedrachte verklaringen gingen dezelfde kant op: de pulsar was aangezwengeld door snel ronddraaiend invallend gas (zie Aarde & Kosmos no.3/1983). In het Engelse wetenschapstijdschrift Nature van 19 mei 1983 is nu een heel ander voorstel gedaan voor de oorsprong van deze pulsar. In hun artikel laten Huib Henrichs en Ed van den Heuvel van het Sterrenkundig Instituut van de Universiteit van Amsterdam zien, dat de supersnelle pulsar eigenlijk alleen maar kan zijn voortgekomen uit versmelting van twee neutronensterren.

Sterren versnellen elkaar

Eén van de belangrijke eigenschappen van de supersnelle pulsar is zijn zwakke magneetveld. Bij een sterk magneetveld zou de pulsar een opvallende röntgenbron hebben moeten zijn en zou ook de snelle draaiing gauw afgelopen zijn. Een zwak pulsarmagneetveld is ook te vinden bij de bekende pulsar diedeel uitmaakt van een dubbelsterstelsel. Het lot van dit stelsel bracht de twee Amsterdamse sterrenkundigen tot hun theorie.

Wie op grote afstand de zwaartekracht veroorzaakt door de twee sterren zou meten, zou schommelingen vinden. De sterren bewegen om elkaar heen en de plaats van elk ten opzichte van ons verandert dus voortdurend. De verandering die wij daardoor zouden meten in hun zwaartekracht, maakt deel uit van de zogenaamde zwaartekrachtsgolf die het stelsel uitzendt. De zwaartekrachtsgolven nemen energie mee, waardoor de sterren geleidelijk dichter bij elkaar komen. We zien de sterbanen inderdaad zo veranderen. Uiteindelijk zullen de twee sterren op elkaar gaan storten.

Uit de sterbanen weten we ook, dat de begeleider van de pulsar eveneens een neutronenster moet zijn. De neutronensterren hebben elk ongeveer 1,4 keer zo veel massa als de Zon. Zijn ze precies even zwaar, dan versmelten ze zonder veel problemen. Waarschijnlijk zijn ze dat niet en dan gaat het iets ingewikkelder.

De lichtste is dan het minst samengebald. Bij het naderen gaat de zwaarste gas lostrekken uit de lichtste. Deze wordt daardoor nog wat lichter, wordt niet meer zo sterk door zijn eigen zwaartekracht bijeengehouden en blaast zichzelf op. De kant die tegen de zware ster aan ligt, ondervindt van die ster een veel sterkere aantrekking dan de andere kant. De opgeblazen lichte ster wordt zo uit elkaar gescheurd. Over blijft de ongeschonden zware neutronenster.

Vlak voordat de lichte ster vernield werd, lagen de middelpunten van de uiterst kompakte sterren ongeveer dertig kilometer uit elkaar. Dat ze toch niet op elkaar stortten, was te danken aan de grote middelpuntvliedende kracht van de baanbeweging. Bij het slinken van de onderlinge afstand was de omlooptijd teruggelopen tot een duizendste sekonde. Ook de draaitijd van elke ster om zijn eigen as moet zo groot geweest zijn. Het is dus geen wonder dat de overblijvende ster supersnel tolt.

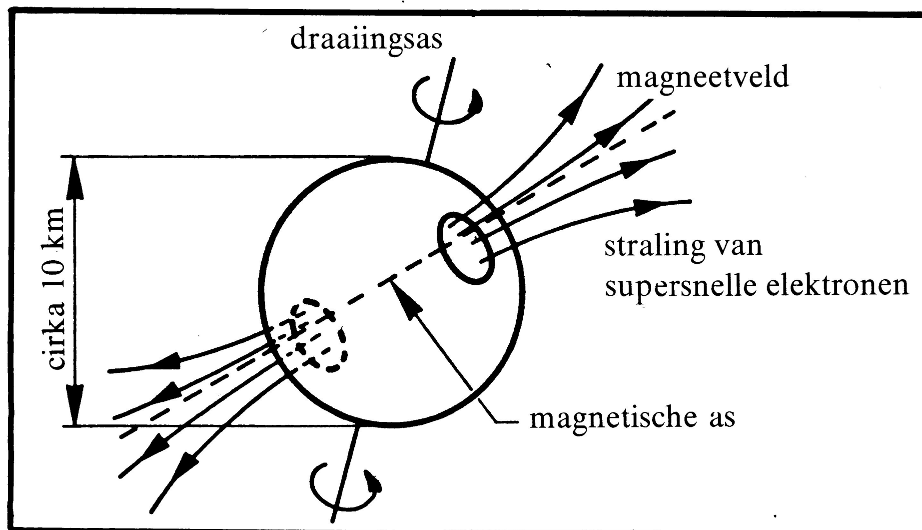
Hoeveel supersnelle pulsars?

Het zou overigens ook geen wonder zijn als de sterren bij een dergelijke tolling uit elkaar zouden trillen. Het kan best zijn dat dat ook heel vaak gebeurt. Men schat dat in het melkwegstelsel iedere 3000 jaar een neutronenster paar ontstaat. Komt daaruit uiteindelijk een supersnelle pulsar voort, die dan 10 miljoen jaar leeft, dan zouden er daarvan nu 3000 in ons melkwegstelsel aanwezig moeten zijn. Hoeveel het er in werkelijkheid zijn, weten we niet; we beginnen ze pas te ontdekken. Lukt de vorming van een supersnelle pulsar maar in één procent van de gevallen, dan zijn er nog altijd 30.

In de tijd die de neutronensterren nodig hebben voor hun geleidelijke toenadering, vervalt hun oorspronkelijke magneetveld. Na de 50 miljoen jaar die het slinken van de sterafstand vraagt, is nog net een veld over van de sterkte die voor de supersnelle pulsar geschat wordt.

Verbetering van de oude theorie

Vorming van een supersnelle pulsar met een zwak magneetveld op deze manier is dus zeer aannemelijk, maar waarom zou deze theorie beter zijn dan wat iedereen eerst dacht? In de ''oude'' theorie kwam de draaiing uit snel rondlopend gas dat bezig was naar de neutronenster te zakken. Dat gas



Een pulsar is een heel klein sterretje met een magneetveld dat een hoek maakt met de draaiingsas van het sterretje zelf. Boven de magnetische polen schieten zeer snelle elektronen omhoog of omlaag en geven daarbij straling af. Door de scheve stand van de magnetischeas wijst die straling elke omwenteling van het sterretje twee keer even naar ons toe. We zien daarom stralingsflitsen in een tempo dat het dubbele is van de omwentelingstijd van het sterretje. De pulsar doet een beetje denken aan het systeem van vuurtorens met hun rondzwaaiende lichtbundel. Pulsars worden daarom wel eens kosmische vuurtorens genoemd.

moet komen van een begeleidende gewone ster. Inmiddels is vastgesteld dat bij de pulsar geen begeleidende ster meer aanwezig is. Verder zou geen enkel soort begeleider genoeg gas kunnen leveren.

Als de supersnelle pulsar om een begeleider zou lopen, dan zou de pulsar de ene keer wat verder van ons af staan dan de andere keer. In zijn verste stand zouden de pulsen ons wat later bereiken dan in de meest nabije stand. De pulsar zou schijnbaar wat achter raken op zijn ritme in het baangedeelte waarin hij zich van ons verwijdert. Als hij weer terugkomt, zouden de pulsen de schijnbare achterstand weer in moeten halen. Zoiets wordt niet gezien. Het pulsritme is steeds volkomen gelijk. Zo de pulsar om een begeleider loopt, dan doet hij dat op zo'n manier dat de afstand tot ons steeds gelijk is: in een vlak loodrecht op de gezichtslijn dus. De kans op zo'n stand van het baanvlak is maar één op duizend. Met andere woorden: de supersnelle pulsar is alleen.

Die eenzaamheid kan twee oorzaken hebben: óf de pulsar heeft de begeleider opgegeten, zoals bij ontstaan door versmelting van twee gelijke neutronensterren; óf de begeleider is vertrokken, zoals bij de verscheuring van een begeleidende lichtere neutronenster, maar ook bij een supernova-ontploffing van een gewone begeleider. In dat laatste geval moet de begeleider een flinke ster geweest zijn. Alleen bij een erg krachtige supernova-ontploffing wordt een dubbelsterstelsel uiteen gerukt. Nu is het vervelende dat een ster die zo sterk kan ontploffen, ook maar een heel kort leven heeft. Erg lang kan die ster zijn gas dus niet geleverd hebben om de neutronenster aan het draaien te krijgen.

Nu is het wel zo, dat snel opbrandende sterren ook veel gas uitstoten. Het meeste daarvan mist echter de neutronenster, die maar heel klein is. Een echt doeltreffende overdracht is er alleen in korte tijdvakken, wanneer de neutronenster rechtstreeks gas uit zijn grote begeleider trekt. Gewoonlijk echter verliest de reuzester gas door sterwind. Zijn buitenlagen krijgen zoveel energie toegevoerd dat ze wegvliegen. Het gas kan de hele dubbelster meteen verlaten of in een wolk rondom de twee sterren blijven hangen. In dat laatste geval zal het worden naverwarmd door wrijving met de twee sterren die door de wolk ploegen. Het heet geworden gas verdwijnt dan alsnog naar buiten het stelsel, niet naar de neutronenster; die blijft dus langzaam draaien.

Daarmee is er nog maar één strohalm voor de oorspronkelijke theorie. De begeleider kan een klein gewoon sterretje geweest zijn, net groot genoeg om voldoende gas te leveren in de loop van zijn lange leven, en net zo klein om zonder overblijfsel in de neutronenster te verdwijnen. Energieverlies door zwaartekrachtstraling kan de sterren dicht genoeg bij elkaar brengen. Dan stroomt er een klein beetje gas over naar de neutronenster. Doordat het begeleidertje nu lichter is geworden, komt het in een wijdere baan. Het verlies door zwaartekrachtstraling wordt dan verwaarloosbaar. Het begeleidertje zal verder geen gas overdragen, de neutronenster blijft langzaam tollen.

Ontstaan van de supersnelle pulsar uit twee neutronensterren is dus de enige mogelijkheid die echt werkt. Als die theorie nogdoor een betere vervangen zou gaan worden, houden we u daarvan op de hoogte.

De tweede supersnelle pulsar

In mei ontdekten de Amerikaan Valentin Boriakoff en de Italianen Rosalino Buccheri en Franco Fauci een tweede supersnelle pulsar. Deze tweede is iets langzamer dan de eerste: hij draait 163 maal per sekonde om zijn as, de eerste 642 maal. De nieuwe pulsar maakt deel uit van een dubbelsterstelsel; hoe dat blijkt, is te lezen in het artikel hiernaast. De sterren lopen in 120 dagen om elkaar heen. Uit de baanbeweging zijn verschillende stereigenschappen af te leiden, die bij een losse ster onbekend blijven. Zou deze snelle pulsar door versmelting zijn ontstaan, dan moet het stelsel eens uit drie sterren hebben bestaan.

Terwijl de vorig jaar ontdekte, eerste supersnelle pulsar geen röntgenbron is, komt uit de richting van deze tweede zelfs gammastraling. Of de pulsar werkelijk de bron daarvan is, moet nog blijken. De radioflitsen duren bij de tweede supersnelle pulsar erg lang in verhouding tot de tussenpozen. Al deze eigenschappen maken de nieuwe pulsar tot een ding dat niet zomaar is in te passen in de twee bestaande theorieën. Zowel waarnemers als theoretici zullen er hard aan gaan werken om wat meer duidelijkheid te krijgen.

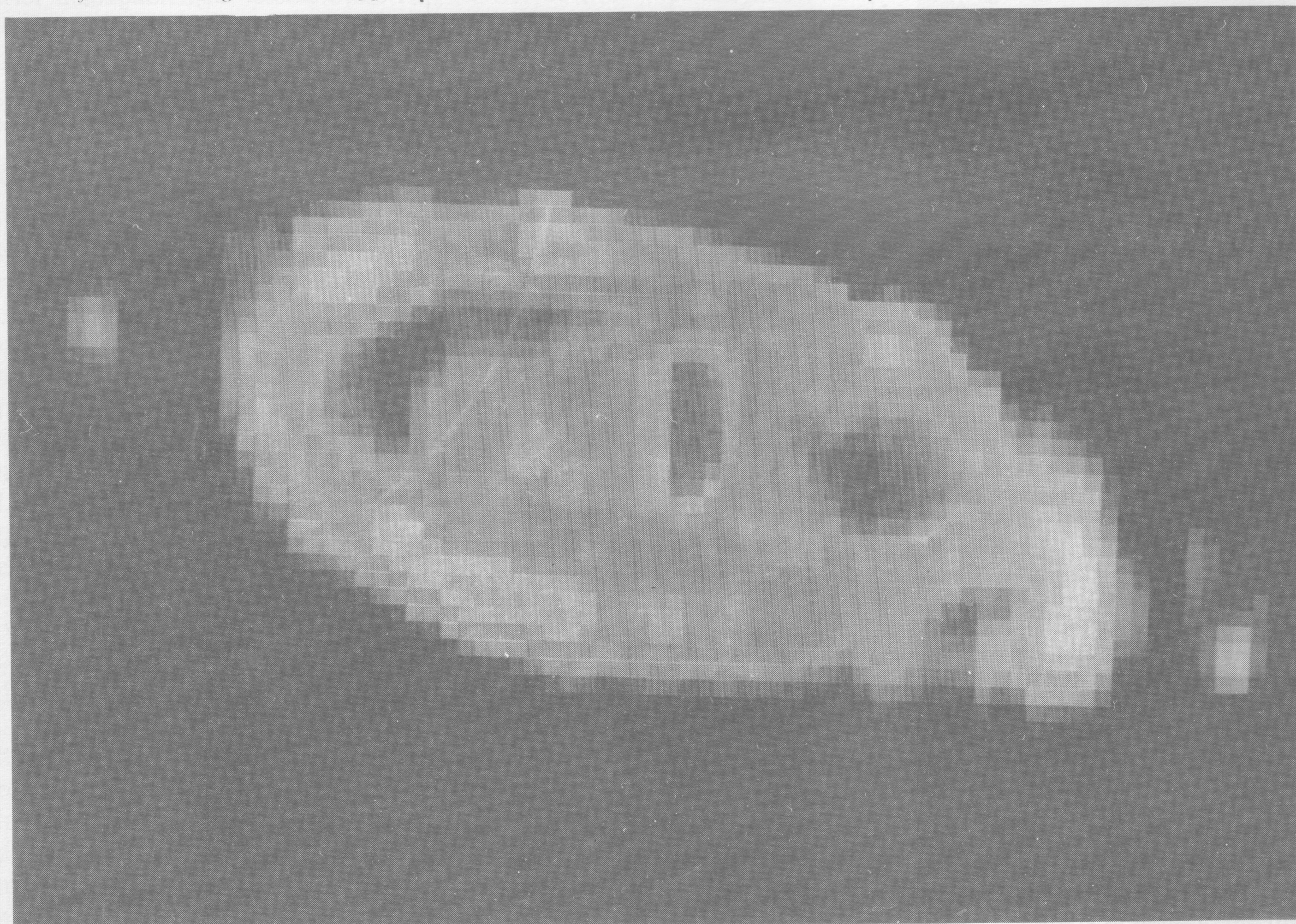
Ter vermijding van misverstanden: De dubbelsterpulsar die in het artikel hiernaast ter sprake komt, is niet deze nieuwe supersnelle pulsar, maar een al lang bekende langzame pulsar.

Vindt IRAS tiende planeet?

Hoe opwindend de missie van de IRAS in de eerste helft van dit jaar ook was, het echte spektakel gaat nu pas beginnen. De rest van zijn werkzame leven, tot begin volgend jaar, zal besteed worden aan het bekijken van interessante bronnen en het speuren naar bewegende objekten. Dat laatste is mogelijk dankzij een gigantische krachtsinspanning van het team dat op het Jet Propulsion Laboratory de metingen van de IRAS verwerkt. De IRAS levert per dag 700 miljoen informatie-eenheden! Een informatienachtmerrie noemde een van de betrokken onderzoekers die stroom. Al die gegevens samen betekenen 100.000 infrarood-bronnen per dag. Daarvan zijn echter maar 20.000 bronnen echt. De rest wordt veroorzaakt door bijvoorbeeld deeltjes uit de kosmische straling of de stralingsgordels van de Aarde. Ook een glimp weerkaatst maanlicht, een andere kunstmaan of een stofje dat van de IRAS zelf komt, kan een "bron" geven.

Hoe bepalen de onderzoekers nu of ze iets echts of een nepobjekt zien? Daar is vier maanden lang hard aan gewerkt. Na honderd manjaren aan programmeerwerk heeft men nu programma's voor de komputers om alle tot nog toe ontvangen gegevens snel te bekijken en hun aard te beoordelen. Daaruit volgt een lijst van serieuze bronnen en hun precieze plaats aan de hemel. In de tweede ronde die de IRAS nu maakt, zullen onechte of bewegende objekten zich verraden doordat ze niet meer op hun vorige plek zijn. Zo zal de IRAS nog meer kometen ontdekken dan hij al deed. Waarschijnlijk zal hij ook 15.000 tot 20.000 nieuwe planetoïden zien! Op deze zelfde manier moet een mogelijke tiende planeet ook opvallen. Die planeet moet donker zijn,

Zo zag de IRAS de Andromedanevel. Op 30.000 lichtjaar van de kern bevindt zich een ring van materie met veel infraroodstraling (donker afgebeeld). Dat moeten gas- en stofwolken zijn, waarin sterren aan het ontstaan zijn. Ons eigen melkwegstelsel heeft ook zo'n ring. Toch weten we dat bij ons veel minder sterren ontstaan dan in de Andromedanevel. Waar dat verschil door veroorzaakt wordt, weet men niet. Foto Fokker/JPL



want anders hadden we hem al lang gezien (zie ook Aarde & Kosmos 11-12/1982). Hij is waarschijnlijk ook groot en betrekkelijk warm. De kans dat de IRAS zo'n hemellichaam mist, is klein. Misschien weten we daarom al snel meer.

Pas geboren sterren

Eén van de dingen die de IRAS zeker zou zien, is het ontstaan van sterren. Hij heeft inderdaad al enkele mogelijke sterren-in-wording opgemerkt. De meeste interessante ontdekking die tot begin juli was gedaan, betrof de gaswolk Barnard 5, in het sterrenbeeld Perseus. De ster die daarin aan het ontstaan is, heeft een leeftijd van niet meer dan 100.000 jaar en dat is astronomisch gesproken werkelijk piepjong. Hij zendt nog geen licht uit, maar verraadt zich als een heet gebied midden in een koele wolk. Heel interessant is dat het objekt ruwweg dezelfde massa als de Zon heeft. Andere sterren-in-wording die we kennen, of althans daar een sterk vermoeden van hebben, zijn veel groter. Dat komt waarschijnlijk omdat die ook allemaal veel verder van ons vandaan staan dan de wolk Barnard 5. Alleen de grote vallen dan op. De wolk Barnard 5 is minder dan duizend lichtjaar van ons verwijderd.

Barnard 5 was al "verdacht" als kraamkamer van sterren. Er zijn aanwijzingen dat er in totaal vijf sterren in aan het ontstaan zijn. Een andere kraamkamer is de wolk Lynds 1642 en ook daarover heeft de IRAS positieve berichten.



Van een mogelijke tiende planeet voorlopig nog geen spoor. Wel heeft de IRAS een ster-in-wording ontdekt, bij het pijltje, in de wolk Barnard 5. Het objekt is B5-IRSI gedoopt. Het is ongeveer even zwaar als de Zon. Foto Fokker/JPL

Pas geboren ster te zien

Het ontstaan van een ster is een proces dat geleidelijk verloopt. In een gaswolk ontstaat een verdichting van materie die steeds kompakter wordt. Het samengepakte gas wordt alsmaar heter. Eerst is die gasbol alleen aan zijn warmtestraling herkenbaar. Daarna komt ontbranding in de kern op gang en gaat de bol stralen. De wolk die hem omringt, wordt daardoor verhit en gaat uitzetten. Op een gegeven moment wordt de wolk zo ijl dat het licht van de jonge ster van buitenaf zichtbaar wordt. Er is dan een nieuwe ster aan de hemel verschenen. Dat laatste heeft zich een jaar of vier geleden afgespeeld in een wolk die bekend staat als Herbig-Haro objekt nummer 57. De Amerikaanse astronoom John Graham ontdekte dat afgelopen jaar.

Op een foto die op 16 maart van dit jaar was gemaakt, vond Graham aan de rand van Herbig-Haro 57 een nieuw sterretje. Hij is toen op oudere foto's gaan zoeken en ontdekte dat het sterretje op opnamen tot 1976 niet te zien is en op een foto uit 1980 wel aanwezig blijkt, zij het veel zwakker dan nu. Van de Herbig-Haro wolken weet men dat ze alles te maken hebben met het proces van stervorming. Toch gebeurt het maar zelden dat men een nieuwe ster ook werkelijk ziet verschijnen. De sterrepeuter zal daarom nauwkeurig in de gaten worden gehouden.

Een boodschap voor ET?

Het Amerikaanse programma om naar signalen van buitenaardse beschavingen te luisteren was vorig jaar op sterven na dood, maar is nu weer springlevend. Op 7 maart van dit jaar werd de Oak Ridge radioteleskoop van de universiteit van Harvard naar het heelal gericht om naar "intelligente" signalen te gaan luisteren. De bedoeling is dat over enige tijd met de teleskoop dag en nacht op liefst 131.000 radio-frekwenties naar geruis uit het heelal geluisterd gaat worden.

Het geld voor deze onderneming is bij elkaar gebracht door de Planetary Society. Deze klub telt nu 110.000 leden over de hele wereld. Wie het werk wil steunen, kan informeren hoe dat te doen bij dr. Louis Friedman, The Planetary Society, 110 S. Euclid Avenue, Pasadena, CA 91101, U.S.A. Ook de NASA kan weer naar het heelal gaan luisteren. Voor het belastingjaar 1983 wees de Amerikaanse volksvertegenwoordiging 1,5 miljoen dollar toe aan haar SETI-projekt. De NASA heeft er vertrouwen in dat zij in de komende jaren meer geld krijgt om daarmee de grote radioteleskopen van haar volgstations bij Goldstone, Tidbinbilla en Madrid te voorzien van ontvangers die beginnen te luisteren op 74.000 frekwenties tegelijk. Dat moeten uiteindelijk acht miljoen frekwenties worden! Of het allemaal wat oplevert? Niemand weet het.

De andere tijd van de Maya's en de Azteken.



▲
In steen uitgekerfde bloemen, het symbool voor de dag Bloem.



▲
Een voorstelling van een huis, het symbool voor de dag Huis. In de Azteekse zonnekalender was Huis een van de vier namen die aan jaren konden worden gegeven.



◀
Het zogeheten nonnenklooster, een tempelkomplex in de ruïnestad Uxmal. Hier woonden priesters die waarnemingen deden voor het bijhouden van de gewijde kalender.

Een waarnemingstoren in het Maya-komplex Chitzen-Itza. In de toren zit een kamer met spleten in de muur. Op heel bepaalde momenten valt hier het zonlicht naar binnen. Daarmee konden zeer nauwkeurige waarnemingen van de zonnestand worden gedaan.
▼



Siso kode 553/Am.944.2

Léon Janssen

De oorspronkelijke bewoners van Midden-Amerika, de Maya's en de Azteken, bezaten een uitgebreid en nauwkeurig systeem om de tijd bij te houden. Hun systeem lijkt erg omslachtig ten opzichte van het onze. Bij nader inzien blijkt dat verschil echter niet zo groot te zijn.



De regengod Tlaloc. Het beeld werd gevonden in de ruïnes van Teotihuacan, de Azteekse hoofdstad die vlakbij de huidige stad Mexico lag. Alle natuurelementen werden door goden voorgesteld. Om die goden goed gestemd te houden werden voortdurend godsdienstige plechtigheden gehouden. Daarvoor gold de gewijde kalender. Tegelijk hield men voor de landbouw ook gewoon rekening met het weer door het jaar heen en daarbij was de zonnekalender belangrijk.

Alle foto's Léon Janssen

De Maya's en de Azteken geloofden dat de bewegingen en de stand van de hemellichamen het menselijk leven beïnvloedden. Ook geloofden ze dat de geschiedenis zich steeds weer herhaalde. Daarom hielden deze volken zich intensief bezit met het bijhouden van de tijd. Ze ontwikkelden twee kalenders en een telsysteem, het twintigtallig stelsel. Ook vonden ze, zo'n duizend jaar eerder dan wij in Europa, het getal nul uit. Met nul als basis telden zij in groepen van twintig, met behulp van strepen en punten.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

11 12 13 14 15 16 17 18 19 0

5 15 8 18 0

De Maya's hadden twee systemen om hun cijfers weer te geven. Het ene ging met punten en strepen, het andere met afbeeldingen van hoofden.

Twee kalenders

Voor het bijhouden van hun tijdsrekening gebruikten de Maya's en Azteken twee systemen naast elkaar. Het ene systeem was de gewijde kalender; die werd in het Azteeks de Tonalpohualli (dagtelling) genoemd en bij de Maya's de Tzolkin (rondgang van de dagen). De gewijde kalender telde 260 dagen. Het andere systeem was de zonnekalender, Xihuitl in het Azteeks, Haab in het Mayaans; deze kalender telde 365 dagen. De beide kalenders hadden twintig ver-

schillende dagnamen. De dagen droegen namen als krokodil, wind, huis, aap en bloem. Het waren de namen van heilige dieren, goden of voorwerpen uit de natuur. In ons westerse systeem hebben we maar zeven dagnamen: zondag tot en met zaterdag. Onze dagnamen zijn afkomstig van de namen van hemellichamen (Zon, Maan, Saturnus) of Germaanse goden (Wodan, Donar, Freya). De Tonalpohualli bestond uit dertien maanden van twintig dagen. Een bepaalde dag van deze kalender werd aangegeven door de naam van een dag, gekombineerd met een getal tussen 1 en 13, bijvoorbeeld ... Xochitl (= 3 Bloem; de cijfers werden immers gegeven door punten en strepen). Twintig dagen en dertien maanden geven samen precies 260 kombinaties, het aantal dagen van de gewijde kalender. Waarom een periode van 260 dagen is gekozen, weten we niet. Misschien lagen er belangrijke astronomische waarnemingen en cykli aan ten grondslag. Sommige geven de volgende verklaring.

Het verschil tussen een cyklus van 260 dagen en het jaar van 365 dagen is 105 dagen. Nu blijkt uit waarnemingen bij de oude Maya-stad Copán in Honduras dat de Zon, die tussen de Kreeftskeerkring en de Steenbokskeerkring heen en weer beweegt, in periodes van 260 en 105 dagen in Copán in het zenit staat. Wanneer de Zon het zenit is gepasseerd op haar weg naar het noorden, begint het regenseizoen. Daarna duurt het 105 dagen totdat de Zon het zenit weer passeert, nu op weg naar het zuiden. Het jaar is op die manier verdeeld in een plant- en groeiperiode van 105 dagen en een oogstperiode van 260 dagen. Deze periode van 260 dagen zou daarom de gewijde periode zijn, omdat de gewassen weer gerijpt waren; als dank voor de oogst werd aan de goden geofferd.

Alle godsdienstige feesten werden gebaseerd op de gewijde kalender. De Azteken en Maya's geloofden dat hun leven door die gewijde periode beïnvloed werd. Elke kombinatie van een dagnaam en zijn nummer had een speciale betekenis. Zo was de dag 1 Slang gelukkig voor kooplieden die op die dag hun reis begonnen. Als een kind geboren werd op een dag met een gunstig teken, mocht het de naam van die dag als zijn eigen naam houden. Als de dag een ongunstig teken had, probeerden de ouders de goden op een dwaalspoor te brengen door hun kind de naam van een dag met een gunstig teken te geven.

De bevolking was over het algemeen bekend met de gewijde kalender. Er zijn nu nog dorpen in Mexico en Guatemala waar dit oude systeem wordt gebruikt en waar de mensen de dagen benoemen met hun oude namen.

De zonnekalender, de Xihuitl, telde 365 dagen. Hij bestond uit 18 maanden van 20 dagen, samen 360 dagen, plus vijf "nutteloze" dagen. De zonnekalender regelde de juiste landbouwaktiviteiten. De namen van de verschillende maanden waren dan ook gekoppeld aan de seizoenen. Zo heette één maand de "Liegende Maand" vanwege de vaak optredende weersveranderingen. Een andere maand heette de "Zware Maand", omdat in die maand het gewicht van de korenaren zo groot was dat de halmen vooroverbogen.

De vijf "nutteloze" dagen aan het eind van elke cyklus van 360 dagen werden als ongelukkig en slecht beschouwd. Gedurende deze dagen waste en kamde men zich niet. Ook ondernam men geen vermoeiend werk uit angst voor ongelukken. Kinderen die op die dagen waren geboren, werden als pechvogels beschouwd; ze zouden in het leven steeds tegenslag hebben. Duidelijk is dat de beide kalenders op een ingewikkelde manier door elkaar heen liepen. Toch lag een zorgvuldig uitgewerkt systeem aan de basis ervan, zodat de twee kalenders als tandwielen in elkaar grepen. Om de regelmatigheid van dit systeem in te zien, moeten we het eigenlijk vergelijken met ons westerse systeem om de dagen bij te houden. Eerst zullen we ons iets meer in de kalendersystemen verdiepen.

De gewijde kalender

Zoals opgemerkt bestond deze kalender uit dertien maanden van twintig dagen. Een dag werd aangegeven met de naam van die dag en een getal tussen 1 en 13. In de eerste maand krijgt de eerste dag nummer 1, de tweede dag nummer 2 en zo voorts. De dertiende dag krijgt nummer 13, de veertiende dag weer nummer 1 en zo krijgt de twintigste dag nummer 7. Dan is de maand voorbij. Voor de volgende maand beginnen de dagnamen weer van voren af aan, maar de nummers tellen door. De eerste dag van de tweede maand krijgt dus nummer 8, de tweede dag nummer 9 en zo verder.

De twintig namen met de dertien nummers leveren precies 260 verschillende kombinaties. Elke dag van de gewijde kalender wordt dus vastgelegd door zijn naam plus zijn nummer. De dagnamen blijven steeds dezelfde plaats in de maand innemen. Krokodil bijvoorbeeld is altijd de eerste dag van de maand en Wind steeds de tweede. Elke maand begint met dezelfde dagnaam, maar met steeds een ander nummer. Dat is precies omgekeerd aan ons systeem. Wij beginnen een maand steeds met hetzelfde nummer; meestal zal de eerste van de maand op een verschillende dag vallen. Van de ene maand naar de andere tellen wij onze dagnamen gewoon door: na woensdag 31 augustus volgt donderdag 1 september.

De zonnekalender

De telling van het zonnejaar met zijn 365 dagen gaat in principe hetzelfde als die van de gewijde kalender. De namen van de dagen nemen vaste posities in de maanden in, terwijl de nummers gewoon doortellen.

Omdat met twintig namen en dertien nummers maar 260 kombinaties mogelijk zijn, moeten we nu ook de maand noemen waarin een dag valt. Anders kunnen we geen 360 dagen zonder verwarring vastleggen (de nutteloze dagen hadden geen aanduiding). Zo kan in de maand Toxcatl het dagnummer 4 zowel op de dag Water als op de dag Huis vallen. Om een dag in het zonnejaar aan te geven, moeten we dus de naam van de maand, het dagnummer en de naam van de dag weten. Met Toxcatl 4 Water ligt één dag in het zonnejaar helemaal vast.

In ons westerse syteem is het aangeven van de datum van een dag (het dagnummer) en de naam van de maand voldoende om één dag precies vast te leggen. Bij ons geeft 15 november precies één dag aan. We weten dan echter nog niet de naam van die dag, op welke dag die 15e november dus valt.

Het aangeven van dagen én jaren

Als we een dag willen aangeven, dan willen we vaak ook nog graag weten in welk jaar die dag viel. We zeggen "De eerste landing



De beroemde zonnesteen van de Azteken. Hierop staat in symbolen de zonnekalender uitgebeeld.

van mensen op de Maan vond plaats op 20 juli 1969''. De Azteken en Maya's hadden een eigen systeem om het jaar aan te geven. Het jaar werd genoemd naar de eerste of de laatste dag van het jaar van 360 dagen (de vijf nutteloze dagen telden immers niet mee). Door het niet meetellen van die vijf dagen, schoven de namen van de dagen voor het volgende jaar steeds vijf plaatsen op. Het jaar Riet werd gevolgd door het jaar Mes dat vijf posities eerder kwam. Wanneer er twintig dagnamen zijn en ze steeds na een jaar vijf plaatsen opschuiven, dan kunnen er vier verschuivingen zijn voordat een dagnaam weer op zijn oorspronkelijke plaats terugkomt. Er kwamen daarom ook maar vier namen in aanmerking om de laatste of de eerste dag van het jaar te zijn. Die werden de jaardragers genoemd. Bij de Azteken waren dat de dagen Riet, Mes, Huis en Konijn.

Nu had elke dagnaam, en dus ook de jaardrager, ook nog een nummer tussen 1 en 13. Als we 365 door 13 delen, krijgen we 28 rest 1. Daardoor werden de nummers van de dagen na één jaar steeds met 1 vergroot. Ook de nummers van de jaardragers werden steeds met 1 vergroot, behalve bij een schrikkeljaar; dan werden ze met 2 vergroot. Zo kregen de jaren van de Azteekse zonnekalender bijvoorbeeld de namen 1 Riet, 2 Mes, 3 Huis, 4 Konijn, 6 Riet, 7 Mes, en zo verder. Een dag in een bepaald zonnejaar werd bijvoorbeeld aangegeven als 4 Konijn Toxcatl 12 Water.

Vergelijken we dit met ons systeem van 52 weken (vanwege de zeven dagnamen) in een jaar, dan zien we dat bij ons na een jaar de dagnamen steeds één positie opschuiven (365 gedeeld door 52 geeft 7 rest 1). Viel 20 juli 1969 op een zondag, dan viel 20 juli 1970 op een maandag. In een schrikkeljaar schuiven de dagnamen twee posities op.

Terug nu naar het systeem van de Azteken en Maya's. Omdat er vier jaardragers waren, die elk nog de nummers 1 tot en met 13 bij zich konden dragen, waren er 4 maal 13 is 52 verschillende kombinaties mogelijk. Na 52 jaar waren alle mogelijke kombinaties gebruikt en begon men weer opnieuw. Hiermee was een ''eeuw'' voorbij. Voor zover ons bekend is, gaven de Azteken hun eeuwen niet verder aan. De Maya's hielden hun kalender wel verder bij. Zij noemden hun systeem dan ook de ''lange telling''. Uit bestudering van hun kalender en van jaartallen, uitgekerfd in stenen monumenten, wordt aangenomen dat de Maya's begonnen zijn met het gebruiken van hun kalender rond 300 vóór Christus. Het jaar 0, het jaar waarmee ze hun tijdsrekening lieten beginnen, lag echter veel verder terug. Zoals wij het jaar van de geboorte van Christus, en andere volkeren het geboortejaar van Boeddha of Mohammed als het jaar 0 hebben genomen, zo hadden de Maya's het jaar dat de Aarde opnieuw ontstaan was, als hun jaar 0 genomen. Dat zou de dag 13.0.0.0.0. 4 Ahau 8 Cumhu geweest zijn. Berekenin-



Een paleizenkomplex met een toren voor het doen van sterrenkundige waarnemingen in Palenque.



Een marktscene in een dorpje in het zuiden van Mexico. Sommige mensen kennen de jaarindeling van de Azteken en de Maya's nog steeds en gebruiken zelfs de oude dagnamen nog.

gen door westerse onderzoekers wijzen uit dat dit ongeveer 3000 jaar vóór Christus is. Mogelijk is deze datum gebaseerd op een astronomische gebeurtenis en uit terugrekening bepaald.

De koppeling tussen de twee kalenders

De gewijde kalender en de zonnekalender waren zo gekoppeld dat ze na 52 jaar precies gelijk liepen. Daarbij werd rekening gehouden met het feit dat één omloop van de Aarde om de Zon niet precies 365 dagen duurt, maar een kwart dag meer. De Azteken en Maya's hielden ook een kalender van Venusjaren bij. Nu zijn 65 Venusjaren gelijk aan 104 zonnejaren. Aan het eind van elke 104 jaar liepen dus zowel de Venuskalender als de gewijde kalender én de zonnekalender precies gelijk!

Vergelijking met onze tijdsrekening

Ons systeeym van dagen, weken, maanden en jaren is in wezen tamelijk ingewikkeld en willekeurig. We merken dat niet zo, omdat we er aan gewend zijn. Het grootste verschil tussen ons systeem en dat van de Maya's en Azteken is dat wij niet zo'n waarde hechten aan de dagnaam van een bepaalde datum en de oude Amerikanen dat wel deden.

Stel dat wij graag van onze data willen weten op welke dag ze vallen, hoe gaat onze kalender er dan uitzien? We houden ons bij het voorbeeld van 20 juli 1969, de dag dat de eerste mensen op de Maan landden. Aan de datumaanduiding kunnen we niet zien dat het toen zondag was. We kunnen onze kalender vrij eenvoudig zo veranderen, dat dagnaam en jaar zichtbaar aan elkaar gekoppeld zijn. Als we bijvoorbeeld de jaren vanaf 1940 beschouwen, dan valt 20 juli alleen op een zondag in de jaren 1941, 1947, 1952, 1958, 1969, 1975, 1980, 1986, 1997 en zo verder. We zien dat 20 juli steeds weer op een zondag valt in periodes van respektievelijk 6, 5, 6, 11; 6, 5 , 6, 11; 6, 5, .. jaren. We kunnen nu in navolging van de Azteken en Maya's tweemaal een cyklus van 6, 5, 6, 11 jaar (in totaal 56 jaar) een eeuw noemen. Nummeren we dan de jaren waarin 20 juli op een zondag viel opeenvolgend (1941 is 1, 1947 is 2 en zo verder), dan hebben we met 5 zondag 20 juli dag en jaar vastgelegd. Dit begint al aardig op het Azteekse systeem te lijken! Uit het voorbeeld blijkt dat de tijdsrekening van de Azteken en Maya's niet veel ingewikkelder is dan de onze.

Astronomische waarnemingen

De tijdsrekening van de Azteken en Maya's was mogelijk door hun astronomische waarnemingen en hun berekeningen die nog steeds verbazingwekkend zijn. De Maya's hadden voor de duur van het jaar 365,2420 dagen berekend en dat wijkt maar een paar minuten af van de duur zoals die in onze moderne tijd is vastgesteld (365,2422 dagen). De nauwkeurige waarnemingen werden uitgevoerd met behulp van geweldig grote gebouwen, die zodanig waren ontworpen en geplaatst dat ze als meetinstrumenten konden dienen. Door hun enorme omvang werd de nauwkeurigheid van de waarnemingen sterk opgevoerd.

De astronomie stond volledig in dienst van de godsdienst die het hele leven beheerste. Misschien was die sterke invloed van de godsdienst er wel de oorzaak van dat de Azteken en Maya's ondanks hun enorme prestaties op astronomisch gebied zich technologisch nooit erg hebben ontwikkeld.

aarde & kosmos ruimtevaart nieuws

Luchtrem voor raket

Hoe haal je een gebruikte onbemande raket heelhuids terug uit de ruimte? Dat is een vraag waar sinds enige tijd ijverig op gestudeerd wordt in opdracht van de NASA en de Amerikaanse luchtmacht. Men heeft al een idee hoe het moet; omgeef de raket met een aerodynamisch schild en laat de luchtwrijving in de dampkring het werk doen.

NASA zelf is al bezig met het verzamelen van gegevens. Sinds de zesde Space Shuttle vlucht zit in elke orbiter een instrumentenpakket dat HIRAP heet. Het meet heel nauwkeurig welke luchtwrijving de orbiter ondervindt van het moment dat hij voor het eerst luchtweerstand ondervindt (op 212 kilometer hoogte) tot aan zo'n 73 kilometer boven het aardoppervlak. HIRAP gaat in ieder geval tot en met STS-12 in elke orbiter mee.

Intussen doet Boeing een hoop rekenwerk aan een oud idee waar het bedrijf al een patent op heeft: de ballute. Dat is een soort ballon om een raket (of zelfs kunstmaan) hen. Daarmee kan de raket diep onze dampkring ingestuurd worden, om door de afremming in een andere baan te komen. Het lijkt een beetje op het laten ketsen van een steen op het water. Die andere baan kan bijvoorbeeld een parkeerbaan zijn, waarin een Shuttle orbiter de betreffende raket of satelliet kan oppikken. Dit idee is vooral bedacht voor de hulpraketten waarmee nu uit de orbiter satellieten naar een hoge baan worden geschoten. Die hulpraketten is men daarna kwijt. Het hoeft geen verwondering te wekken dat Boeing voor windtunnelproeven de hulp heeft ingeroepen van ballonspecialist Goodyear.

In opdracht van het Jet Propulsion Laboratory zijn bij de Nationale Universiteit van Australië in Canberra natuurkundigen ook bezig met windtunnelproeven. Zij bekijken of met eenzelfde techniek bijvoorbeeld een ruimtesonde in een baan om de Saturnusmaan Titan gebracht kan worden. Dat bespaart brandstof, dus gewicht en dus veel geld.

aarde & kosmos mens

Hepatitis-B beter te voorkomen

G.J. ter Braak
Siso kode 605.11

Er is een effektief en veilig vaccin tegen de leverontsteking hepatitis-B op komst. Dat is het resultaat van onderzoek van het internationale bedrijf Biogen en het Primatencentrum TNO in Rijswijk. Dat is dan goed nieuws voor de vijfduizend nieuwe hepatitis-patiënten die er jaarlijks in ons land bij komen en voor alle mensen die een verhoogde kans lopen op de aandoening.

Van alle ziekten die de lever kunnen belagen komt hepatitis verreweg het meest voor. Hepatitis betekent leverontsteking en de twee meest voorkomende oorzaken zijn overmatig alkoholgebruik en virusinfekties. Aan de eerste oorzaak kan iedereen zelf iets doen; de tweede oorzaak begint men zo langzamerhand onder de knie te krijgen.

Tegen een bepaalde vorm van die virusinfekties is onlangs een succes geboekt. Het gaat daarbij om hepatitis-B, de ernstigste van de verschillende vormen. Die wordt overgebracht door bloed en bloedprodukten, door het gebruik van niet-gesteriliseerde injektienaalden en door intensief lichamelijk kontakt. Op grond daarvan is het niet zo moeilijk te bedenken wie het meeste risiko lopen: chirurgen, mensen die bloed prikken voor onderzoek of datzelfde bloed verwerken in het laboratorium, junkies, mensen die voor medische doeleinden bloed of bloedprodukten krijgen toegediend en tenslotte mensen met veel wisselende seksuele kontakten (vooral homoseksuelen).

Omdat het verloop van hepatitis-B niet altijd even onschuldig is, heeft men hard gewerkt aan methoden om de ontsteking aan te pakken. Dat kan op twee manieren gebeuren: genezen en voorkómen.

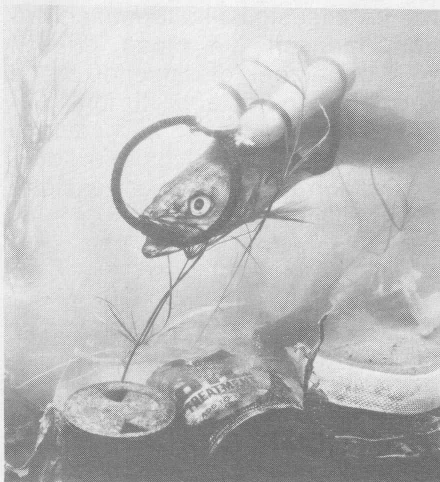
Het eerste wil nog altijd niet zo best lukken. Wie de ziekte te pakken heeft, moet maar gewoon hopen dat het lichaam die zelf overwint. Die eigenschap deelt hepatitis met bijna alle virusziekten.

Veilig en goedkoop vaccin

Het tweede, voorkómen, dat volgens wijd verbreide wijsheid altijd beter is dan genezen, wil zo langzamerhand wèl lukken. Al enige tijd zijn er proeven gaande met inenting en de resultaten zijn veelbelovend. Toch kleven er tot nu toe wat nadelen aan. In de eerste plaats kunnen er bij een inenting tegen hepatitis andere ziekten worden overgebracht. Dat komt doordat het vaccin bereid wordt met behulp van bloed van mensen. En die mensen kunnen uiteraard ook andere ziekten onder de leden hebben. Hoewel men alles doet om dat risiko zo klein mogelijk te houden, blijft het gevaar aanwezig. In de tweede plaats maakt de bereidingswijze uit menselijk bloed de prijs nogal hoog. En tenslotte bestaat het (kleine) gevaar dat de injektie zelf in meer of mindere mate de ziekte kan veroorzaken die ze juist moet voorkómen.

Al deze nadelen vervallen of worden minder door de nieuwe manier om het vaccin te bereiden die door Biogen en TNO ontwikkeld is. Hierbij maakt men niet langer gebruik van besmet bloed maar van bepaalde gisten voor het produceren van het vaccin. Die gisten heeft men "geleerd" dat vaccin te maken volgens de rekombinant-DNA techniek. Het resultaat is een vaccin dat minder duur is en dat niet het risiko van besmetting met zich mee brengt.

Er is nu waarschijnlijk een goede en veilige manier gekomen om besmetting door het hepatitis-B virus in te dammen.



Rivierwater vormt de belangrijkste bron van drinkwater in ons land. Dat water is de laatste jaren zo vervuild dat het de grootste moeite kost er nog aanvaardbaar drinkwater van te maken. Keurig overleg en het maken van afspraken leiden niet tot een betere waterkwaliteit. Daarom gaan milieuorganisaties iets anders proberen: een tribunaal waar vervuilers worden aangeklaagd.

Het schandaal van

Twee jaar geleden besloten verscheidene Nederlandse milieu-organisaties, onder aanvoering van de Stichting Reinwater, tot het organiseren van een Internationaal Water Tribunaal. Dat wordt van 3 tot en met 7 oktober in Rotterdam gehouden.

De Stichting Reinwater beijvert zich al jaren voor een schonere Rijn. Deze rivier levert een groot deel van de "grondstof" waaruit de Nederlandse drinkwaterbedrijven drinkbaar water maken. Soms is dat een haast onbegonnen zaak, want de grondstof wordt steeds vuiler. In september vorig jaar bijvoorbeeld moest de toevoer van Rijnwater naar de drinkwaterbekkens zelfs gestopt worden. Het water was te smerig.

Open riool

De Rijn wordt wel het open riool van West-Europa genoemd, en dat is niet zonder reden. De zoutlozingen van de kalimijnen in de Franse Elzas zijn algemeen bekend. Daarnaast lozen heel wat bedrijven in Zwitserland, Frankrijk, West-Duitsland en ook Nederland afvalwater op de Rijn en haar zijrivieren. Ook tal van gemeenten laten hun riolen in de Rijn uitmonden. Het is haast een wonder dat de drinkwaterbedrijven van dat water nog een aanvaardbaar produkt kunnen maken. Helemaal lukt ze dat ook niet.

Dat bleek uit een onderzoek van dr. Henk Kool, verbonden aan het Rijksinstituut voor de Drinkwatervoorziening. Hij konstateerde dat in elke liter drinkwater nog ongeveer tien milligram aan organische verbindingen zit. Daar zijn stoffen bij die kankerverwekkend zijn. Hoewel de koncentraties in ons drinkwater ongevaarlijk lijken, is het idee toch niet prettig. Bovendien weten we niet van alle stoffen wat ze op de langere duur voor uitwerking hebben. Ook zitten er in het water stoffen waarvan de eigenschappen nauwelijks bekend zijn. Ze zijn afkomstig van de chemische industrie en daar vertelt men meestal niet met welke stoffen nu precies gewerkt wordt en wat er aan afvalstoffen weggewerkt wordt.

In het Rijnwater zitten ook zware metalen. Die zijn in het lichaam giftig. Nu hebben dergelijke metalen de neiging zich te binden aan slibdeeltjes. Daardoor verdwijnen ze voor een deel uit het water. In de praktijk betekent dat echter alleen maar de verschuiving naar een ander probleem: giftig baggerslib. Daar heeft Rotterdam met zijn havenbekkens enorme last van, maar ook bijvoorbeeld het Ketelmeer bij Kampen en de Waddenzee (zie ook Aarde & Kosmos 3/1983). Waar moet men met dat slib heen? Het meest giftige wordt nu in zee gestort, maar dat is natuurlijk geen goede oplossing.

Speurwerk te water

Wel een goede oplossing is de vervuiling bij de bron aan te pakken. Dat bedacht de Stichting Reinwater ook. Nu zijn vervuilers in de regel niet scheutig met informatie over de stoffen die ze lozen. Daarom lanceerde Reinwater het idee zelf de bronnen op te gaan sporen. Samen met West-duitse milieu-organisaties kocht Reinwater een schip, de Reinwasser. Daarmee worden de Rijn en de Maas afgevaren en bemonsterd. De watermonsters worden vervolgens naar wetenschappelijke instituten gezonden. Daar wordt nagegaan welke stoffen in het water zitten en in welke hoeveelheden.

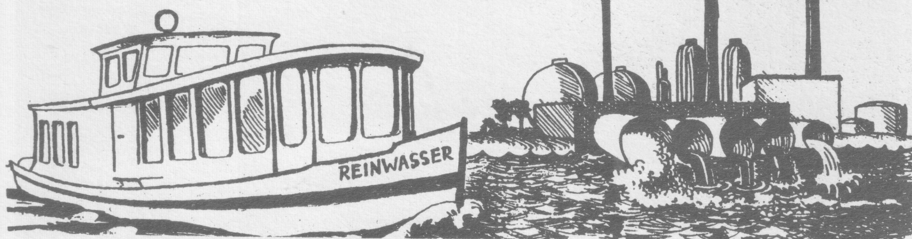
De Rijn en enkele van haar zijrivieren zijn intussen intensief bemonsterd. Dat heeft een goed overzicht gegeven van de aanwezigheid van tal van schadelijke stoffen. Het verloop van de koncentratie heeft in een aantal gevallen ook geleid naar de bron van die stoffen. Op grond daarvan zijn ernstige verdenkingen geformuleerd tegen bedrijven als Bayer in Leverkusen, Hoechst in Frankfurt, Rhône Poulenc in Mulhouse (dat bedrijf loost mogelijk via een kanaal op de Rijn) en de papierfabriek PWA in Mannheim. Ook bedrijven uit het gebied van Rotterdam zijn wegens lozingen aangeklaagd. Overigens heeft men van veel lozingen de bron niet kunnen opsporen. In sommige gevallen bleek dat vervuiling uit verschillende bronnen tegelijk afkomstig was. In dat geval is het erg moeilijk uit te maken wie nu voor welke vervuiling verantwoordelijk is. In het verleden is zo eens Bayer beschuldigd van een ernstige vervuiling, terwijl bij verder onderzoek bleek dat ook andere, niet bekende bedrijven in hetzelfde gebied hadden geloosd.

Zoals eerder opgemerkt, was de Rijn in september 1982 erg vuil (door een veel te hoge koncentra-

Ada Molkenboer en Huub Eggen

Siso kode 614.621/648

Met het schip de Reinwasser hebben leden van milieu-organisaties op de Rijn watermonsters genomen. Die werden onderzocht op schadelijke stoffen. Zo kreeg men een goede indruk van de herkomst van de vervuiling. Illustratie Stichting Reinwater



de vuile Rijn



De Rijn bij Rhenen. Het vredige plaatje vertelt niet dat deze rivier het open riool van West-Europa is. Foto Andries C. Sabelis

tie van de verbinding chloronitrobenzeen). Toevallig was de Reinwasser toen op de Rijn aan het meten. Uit de watermonsters heeft men kunnen afleiden, dat de boosdoener een bedrijf aan de Main geweest moet zijn. Welk bedrijf dat was, kon niet achterhaald worden.

Aanklacht

Op grond van de gegevens zijn rapporten opgesteld die de betreffende bedrijven beschuldigen. Die rapporten vormen de aanklacht tegen die bedrijven. De rapporten zijn ook naar de bedrijven gestuurd, zodat ze met een tegenrapport kunnen komen en hun zaak op het tribunaal verdedigen. De meeste bedrijven hebben daar overigens weinig zin in.

De aktie die door Reinwater werd gestart, is overgenomen door een groot aantal milieu-organisaties in heel West-Europa. Het Internationaal Water Tribunaal zal dan ook veel meer gevallen dan alleen de verontreiniging van de Rijn behandelen. Watervervuiling is een probleem dat op veel plaatsen speelt en dat zich ook over grenzen heen verbreidt. Een internationale aanpak is daarom vereist.

Direkte resultaten zal het tribunaal niet opleveren. Een internationale jury van deskundigen en betrokkenen zal elke zaak aanhoren en een oordeel uitspreken. Maatregelen kan het tribunaal niet nemen. Het belangrijkste is natuurlijk de aandacht die op de problemen gevestigd zal worden. Er zal nu eindelijk eens meer moeten gebeuren dan alleen maar het sluiten van verdragen. Het voorbeeld van het verdrag tegen het Franse kalizout laat zien hoeveel zo'n afspraak waard is, als die niet wordt uitgevoerd: niets.

Overigens moeten we ook naar onszelf kijken. De Nederlandse overheid geeft zelf ook niet zo'n goed voorbeeld. De Stichting Natuur en Milieu liet afgelopen mei weten dat ons land erg traag is met het in werking stellen van internationale milieuverdragen. Ons land heeft zestien van dergelijke verdragen getekend. Daarvan kunnen er negen in ons land niet uitgevoerd worden, omdat onze wetten niet zijn aangepast. En zelfs al deugt de wetgeving wel, dan moet die ook nog nageleefd worden. Dat gebeurt vaak ook maar gebrekkig.

Mens en water

Het Internationaal Water Tribunaal wordt van 3 tot en met 7 oktober in het gebouw Engels in Rotterdam gehouden. Dat is dan zo'n beetje de afsluiting van een periode van twee weken waarin Rotterdam stad van ''mens en water'' is. Op 24 september wordt de Open Havendag gehouden. Van 26 september tot en met 1 oktober heeft in de Doelen het tweede Europese Milieufilmfestival plaats, met als thema mens en water. Ook zal die hele week een forum met deelnemers uit heel Europa gehouden worden. Op 26 en 27 september zijn bovendien burgemeesters uit tientallen Europese kustgemeenten in Rotterdam bij elkaar om een aktieprogramma voor de aanpak van kustverontreiniging op te stellen. Daarbij gaat het onder andere om slib en olie.

Het bestrijden van riviervervuiling is van levensbelang zolang rivierwater dient als bron voor drinkwater. In veel andere landen is dat net zo. Omdat rivierwater ook in aanraking komt met grondwater en in de zee uitstroomt, zijn schone rivieren in alle opzichten goed voor ons milieu.



Een gebeurtenis als die van 30 juni 1908 komt gemiddeld eens in de duizend jaar voor. De Aarde loopt voortdurend kans op botsingen met nog onbekende objekten. Afgelopen mei dook uit het niets deze komeet, de IRAS-Araki-Alcock, op die de Aarde tot op 5 miljoen kilometer naderde. Astronomisch gezien is dat bijna een botsing. Foto Stephen J. Edberg, JPL

In de ochtend van 30 juni 1908 explodeerde boven Midden-Siberië een brok materie uit de ruimte. Pas twintig jaar later bereikte een eerste expeditie de plaats van de ramp. Moeizaam verlopend onderzoek maakte in de jaren '30 de omvang van de ramp duidelijk.

De dag dat de zon verbleekte. (slot)

Siso kode 552.5

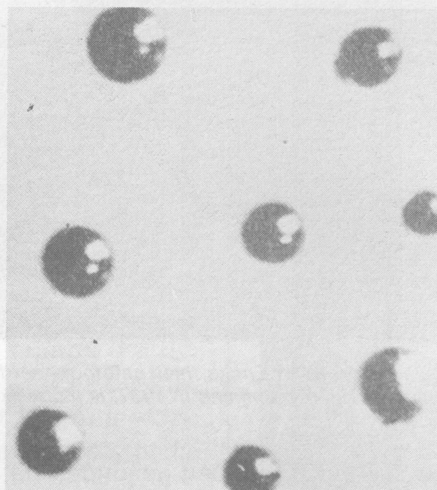
Ben Apeldoorn

In het vorige nummer van Aarde & Kosmos hebben we gezien hoe onder bezielende leiding van de Russische onderzoeker Koelik de ramp van Toengoeska, in het ontoegankelijke hart van Siberië, werd bestudeerd. Koelik en enkele mede-onderzoekers sneuvelden in de Tweede Wereldoorlog.

Na de oorlog besloot men het gebied opnieuw aan een grondig onderzoek te onderwerpen. Maar op 12 februari 1947 dreunde met groot geweld een regen van duizenden kilo's aan ijzer meteorieten neer in het gebergte van Sichote Alin, in Oost-Siberië, neer. De aandacht voor het Toengoeska-fenomeen verslapte door deze gebeurtenis enigszins. Toch trokken diverse onderzoekers, vaak in hun eentje en zelfs soms op eigen kosten, naar het bewuste gebied.

Zo bestudeerde Yavnel' in de zomer van 1957 bodemmonsters die door Koelik in 1930 waren meegenomen. Hij deed een opzienbare vondst. De bodemmonsters bleken talloze onregelmatig gevormd millimetergrote nikkelijzerdeeltjes te bevatten en ook deeltjes die onder grote hitte waren versmolten in magnetietkorreltjes (''glasbolletjes''). Deze bolletjes zijn 0,03 tot 0,06 millimeter doorsnede. Op grond van deze ontdekking werd in 1958 een expeditie naar het gebied gezonden; daarbij werd bevestigd dat er inderdaad een enorme explosie op respektabele hoogte moest hebben plaatsgevonden.

De vondst van de kleine deeltjes meteoorstof leidde tot de theorie dat het hoofdlichaam weliswaar een grote massa bezat, maar uiterst bros van samenstelling was, en dus gemakkelijk uit elkaar viel. Het zou dus geen groot rotsblok zijn geweest, maar een grote massa als los zand aan elkaar hangende brokken en brokjes, merendeels aaneengekit door bevroren gassen en waterijs. Het was daarom niet vreemd dat de volgende gedachte een komeetkern of een stuk daarvan betrof!



In het gebied van de Toengoeska trof men heel kleine bolletjes aan waarin meteorietstof zit opgesloten. De bolletjes moeten door de grote hitte tijdens de explosie zijn ontstaan.

Al in 1930 opperde de bekende meteoor- en kometen-deskundige Fred Whipple de mogelijkheid dat de Aarde op de ochtend van 30 juni 1908 de kop van een kleine komeet onderschepte. Whipple legde verband tussen de uitzonderlijke heldere nachten en de lichtende wolken in de avonden en nachten na de 30ste juni 1908 en de ramp in Midden-Siberië.

De nacht van 30 juni op 1 juli 1908 was uitzonderlijk licht; dat was ruim een half etmaal nadat de ramp zich had voltrokken. Die lichte nacht kon onmogelijk zijn veroorzaakt door meegevoerd stof in de hogere luchtlagen. Noorderlicht was ook uitgesloten; er was geen spoor van de zo bekende lichtdraperieën en er werden ook geen storingen in het aardmagnetisch veld waargenomen, zoals tijdens het verschijnen van noorderlicht gebruikelijk is.

Whipple veronderstelde nu dat het de staart van de komeetkop was die in ieder geval in de eerste avond en nacht zulke opvallende lichtverschijnselen had veroorzaakt. Een komeetstaart is altijd van de Zon af gericht. Op het moment dat de hoofdmassa de dampkring binnenstormde, moet de staart zich in westelijke richting, naar Rusland en Europa, hebben uitgestrekt. Het lijkt bovendien aannemelijk dat de staart zelfs éérder dan de hoofdmassa de dampkring raakte.

Het hangt dan van de lengte en de doorsnede van die staart af hoeveel eerder dan het hoofdlichaam hij de atmosfeer ''bestreelt''.

Toch een komeetstaart?

Het is in dit verband heel interessant dat door enkele mensen, onder wie ene meneer Schepp uit Rotterdam, al op 26 juni bijzonder heldere schemeringsstralen werden gemeld!

Opmerkelijk is dat in de namiddag van 30 juni 1908 de toen in Noordwest-Europa strakblauwe hemel een merkwaardig gegolfde struktuur begon te vertonen; het ging zeer zeker niet om wolken. Alle golfstrepen wezen van zuidoost naar noordwest. Met nadruk wijzen waarnemers erop dat die dag geen spoor van cirrus of cirrostratus was te zien!

Enkele jaren later, om precies te zijn in de nacht van 18 op 19 mei 1910, trok de Aarde door een deel van de staart van de komeet van Halley. Ook toen kwamen er berichten over een opmerkelijk heldere nachthemel. misschien zijn deze berichten niet erg betrouwbaar, want er was veel strooilicht van de toen bijna Volle Maan. Maar toch.....

Een geluk bij een ongeluk

In de periode voor en na 30 juni 1908 zijn veel meldingen van zeer heldere vuurbollen over bijna de hele wereld gedaan. Het overgrote deel van deze rapporten is jammer genoeg niet nauwkeurig genoeg om wat meer over de aard van de verschijningen te zeggen. Toch is ook hier bepaald sprake van een opvallende samenloop van

omstandigheden. Het wekt de indruk alsof er sprake is geweest van een hele zwerm min of meer grote komeetbrokken, waarvan de veruit grootste een katastrofe veroorzaakte.

Of.... hebben misschien nog veel grotere brokken de Aarde net gemist?!

De herkomst van het Toengoeska-objekt

Het is uiterst moeilijk een betrouwbaar trajekt voor het vurige verschijnsel af te leiden. De getuigen waren niet alleen op dat moment te zeer overdonderd om op bijzonderheden te letten, maar werden vaak ook pas enkele tientallen jaren later ondervraagd! Uit de honderden getuigenverklaringen leidde de Russische onderzoeker Zotkin in 1966 af dat de vuurmassa een punt aan de hemel ontvluchtte de (''radiant'') dat vlakbij het vluchtpunt van een meteoorzwerm ligt die uit radarwaarnemingen was opgemerkt. Deze meteoorzwerm is alleen overdag aktief en draagt daarom de (verzamel)-naam 'daglichtzwerm''.

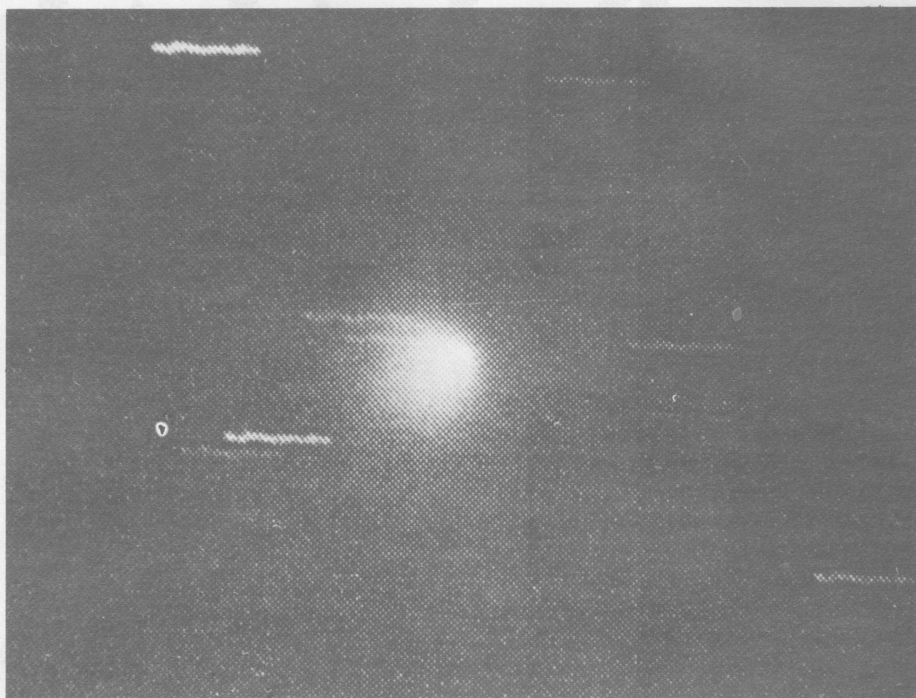
Het heeft er nu alle schijn van dat deze daglichtzwerm, genaamd β-Tauriden, afkomstig is van de komeet van Encke, genoemd naar de astronoom J.F. Encke. Hij berekende in de eerste helft van de vorige eeuw dat deze komeet elke 3,3 jaar één omloop om de Zon maakt. Dat is voor een komeet uitzonderlijk kort. Tegenwoordig heeft men aanwijzingen gevonden dat de komeet van Encke niet alleen merkwaardige storingen ondervindt, maar ook veel materie verliest.

De baan vertoont veel overeenkomst met meteoorzwermen die in november aan de nachtelijke hemel zijn te zien als traagbewegende Tauriden en die in juni overdag optreden als de β-Tauridenzwerm. Deze laatste zwerm vertoont een maximale aktiviteit op... 30 juni!

Deze meteoorzwermen zijn te beschouwen als afvalprodukten van Encke's komeet en het is bekend dat het aantal relatief grote brokstukken ten opzichte van andere meteoorzwermen nogal groot is.

Overigens zijn de Tauridenzwermen dermate uitgestrekt dat de komeet van Encke wel erg oud moet zijn om zoveel materiaal op te leveren. Dat spreekt in het nadeel van deze opvatting.

Toch meent de Tsjechische onderzoeker L. Kresak (1978) aanwijzingen te hebben gevonden dat de Toengoeska-ramp werd veroorzaakt door een buitengewoon grote β-Tauride; een stukje van de komeet van Encke...



De komeet van Encke, hier gefotografeerd tijdens zijn verschijning in 1937, is mogelijk de leverancier van het objekt dat boven Midden-Siberië ontplofte.

Misschien, heel misschien is dat stukje kort tevoren zelfs waargenomen! De Australische amateur David Ross zocht in de vroege ochtenduren van 3 en 8 juni naar de komeet van Encke met een 30 centimeter spiegelteleskoop.

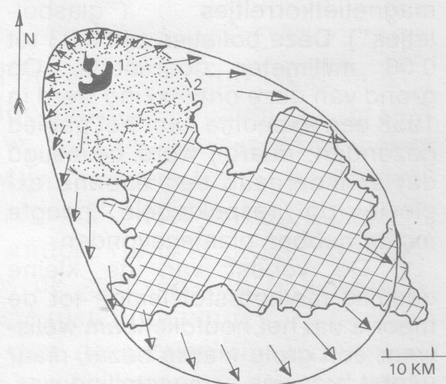
Hij schreef in 1908 in het blad (vol. 18, no. 10) van de British Astronomical Association:

''Ineens ontdekte ik een klein nevelig objekt, ongeveer drie boogminuten in middenlijn en van de magnitude +9. Aanvankelijk hield ik het erop de komeet te hebben gevonden. Het objekt verschilde in positie ongeveer drie booggraden in rechte klimming met de berekende positie van de komeet van Encke zelf die eigenlijk ook veel groter in afmetingen zou moeten zijn. Het objekt dat ik waarnam was voorzien van een stervormige kondensatie in het centrum. Als dit de komeet van Encke zelf niet is dan moet het, gezien de baan, toch zeker een fragment ervan zijn...''

De waarnemingen nader bezien

In 1982 verscheen van een aantal onderzoekers een uitgebreide verhandeling over het fenomeen van 1908. In dit goed gedokumenteerde verhaal worden alle verschijnselen niet alleen nog eens op een rij gezet, maar ook getoetst aan huidige wetenschappelijke inzichten.

De onderzoekers Turco, Noerdlinger en kollega's hebben berekend dat het objekt onder een hoek van dertig graden de dampkring moet zijn binnen gekomen, met een snelheid van 40 kilometer per sekonde. Tussen 9 en 6 kilometer boven het aardoppervlak moet het zijn ontploft. Daarbij kwam 5 triljoen Joules aan energie vrij (dat is in de orde van tien Hirosjima atoombommen). De doorsnede van het vaste gedeelte van het

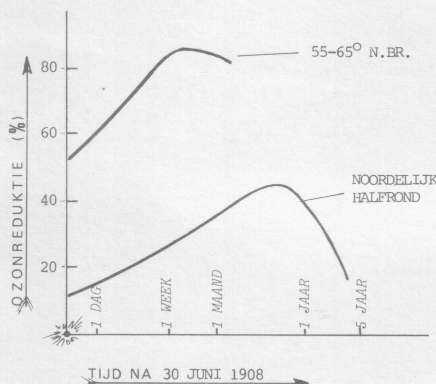


Het centrum van het rampgebied van de Toengoeska-gebeurtenis. Het cijfer 1 geeft de eigenaardige vorm van de ''Ketel'' aan, de plaats waarboven het objekt moet zijn ontploft. Binnen gebied 2 veranderde het landschap volkomen van vorm. Het grote ovale gebied werd door de gebeurtenis zwaar gehavend. Ter vergelijking is de provincie Utrecht op dezelfde schaal ingetekend. Illustratie Ben Apeldoorn

objekt wordt geraamd op 1,2 tot 2 kilometer, zijn massa op 5 miljoen ton. Daaruit volgt een dichtheid van het vaste deel van 0,002 gram per kubieke centimeter en dat wijst sterk in de richting van een komeetbrok.

Het aanstormende objekt perste de lucht langs zijn baan voor zich uit. Daarbij vormde zich een dicht luchtkussen dat voor een ontzaglijke explosie en zware schokgolven zorgde. Die schokgolven verhitten de omgevende lucht zodanig dat in de bovenste laag van de troposfeer een immense hoeveelheid verbindingen van stikstof en zuurstof werd gevormd. Wanneer het objekt uit de hoeveelheden ammoniak, waterijs, kooldioxide en methaan heeft bestaan die voor kometen gebruikelijk zijn, moet minstens 30 miljoen ton stikstof (NO) zijn gevormd langs het door de vuurbol beschreven trajekt.

De vorming van het stikstofoxide verklaart het optreden van de lichtende nachtwolken die werden gezien. De gloed werd dan veroorzaakt door scheikundige reakties die voor het verschijnsel Chemiluminescentie zorgen. Bij de enorme hoeveelheid stikstofoxide die werd gevormd, moet de ozonlaag boven Midden-Siberië vele weken lang nagenoeg verdwenen zijn geweest. Met daarvoor geschikte apparatuur moet het tekort nog vele jaren later duidelijk meetbaar zijn geweest.



De ontploffing boven het Toengoeska-gebied leidde tot een sterke afname van de ozonlaag. De bovenste kurve heeft de afname op 55 tot 65 graden noorderbreedte, de onderste de afname voor het hele noordelijke halfrond. De bovenste kurve laat zien dat de ozonlaag boven die breedten ruim een week na de explosie bijna helemaal was verdwenen! Naar Turco et al., 1981

Het is haast jammer, dat de ramp van Toengoeska niet met de huidige middelen kon worden bestudeerd. Dat zou zeker een hoop inzicht hebben opgeleverd in de relatie tussen ozon en het weer en de invloed van meer doorgelaten ultraviolette straling op aardse levensvormen. Dat inzicht heeft diverse toepassingen. Wat gebeurt er als door vervuiling de ozonlaag wordt aangetast? Hoe sterk verstoren zware kernbom-ontploffingen de ozonlaag? Wat zijn precies de gevolgen van grote inslagen, bijvoorbeeld de inslag die een eind aan het bestaan van de reuzereptielen lijkt gemaakt te hebben (zie Aarde & Kosmos 1/1981, 5-6/1982)? Deze laatste vraag is ook belangrijk omdat onze Aarde ook nu nog steeds getroffen kan worden door komeetbrokken en grote meteoren of zelfs planetoïden. Daarbij moeten we bedenken dat de Toengoeska-ramp door een, astronomisch gezien, klein brokje werd veroorzaakt. Een veel groter objekt zal tot een aantasting van de dampkring over de hele wereld leiden, met alle schadelijke gevolgen voor het leven vandien.

De les van Toengoeska

Ondanks alle onderzoek zal niemand met zekerheid kunnen zeggen, wat daar in Midden-Siberië op die bewuste ochtend nu precies is gebeurd. Van deze onzekerheid hebben schrijvers van even wilde als exotische versies gebruik gemaakt en...zij hebben gelijk: Zolang het tegendeel van hun beweringen niet ondubbelzinnig vaststaat, noopt hun werk tot nog diepgaander onderzoek.

Bovendien moeten we bedenken dat de eerste onderzoekers pas twintig jaar na de ramp een eerste heel oppervlakkig onderzoekje verrichtten. De bodem van Midden-Siberië is in de zomermaanden tot op grote diepte drassig en zacht; in de loop van de bijna dertig jaar, die voorbijgingen voordat met (ongevoelige!) apparatuur voor het eerst gericht naar grote meteorieten in de bodem werd gezocht, kunnen deze tot op grote diepte zijn weggezakt. Toch wijst alles in de richting van een grote brosse massa...

De Amerikaanse onderzoeker Ramachandran Ganapathy heeft onlangs een aantal chondrules uit het Toengoeska-gebied op hun samenstelling onderzocht. Hij konkludeert dat het Toengoeska-objekt de samenstelling van een steenmeteoriet gehad kan hebben. Ganapathy heeft materiaal van de ontploffing ook aangetroffen in een ijsmonster van de Zuidpool. Kennelijk is het materiaal via de dampkring over de hele wereld verspreid geraakt!

Het Toengoeska-gebeuren mag verder gezien worden als een vingerwijzing van de dreiging die van een kernoorlog uitgaat. Eventuele overlevenden van de eerste gevolgen van de explosies (hitte en radioaktieve fall-out), zullen te maken krijgen met een dodelijke ontwrichting van het natuurlijke evenwicht. Vooral politici en hooggeplaatste militairen zullen doordrongen moeten zijn van dit effekt, waartegen geen lang-verblijfschuilkelder zal helpen.

Niek de Kort en Ben ter Hall dank ik voor hun naspeuringen in allerlei archieven.



De Aarde ontsnapt voortdurend aan kleine rampen doordat zeer grote meteoren evenwijdig aan het aardoppervlak onze dampkring binnenkomen. Ze schieten dan door en vliegen weer terug de ruimte in. Op 10 augustus 1972 snelde zo'n meteoor in het begin van de middag hoog over het noordwesten van de Verenigde Staten. Zijn helderheid lag tussen die van de Volle Maan en de Zon in. De foto laat de meteoor zien boven het plaatsje Butte in de staat Montana. Foto Betty Button



Fossiele vissen op Kreta.

Cees Laban

Delfstoffen die voor een groot deel uit de resten van planten en dieren zijn opgebouwd, zijn in de regel bijzonder interessant. Er worden vaak de mooiste fossielen in gevonden. Wie kent niet de afdrukken van varens die in de steenkool lagen worden gevonden? De kalksteen uit de Krijtperiode die bij ons in Zuid Limburg wordt gewonnen, is opgebouwd uit louter kalkskeletjes van eencellige diertjes en bevat fossielen van dieren die de Krijtzee destijds bevolkten.

Een minder bekende delfstof is diatomiet. Die werd in het verleden ook in ons land gewonnen. Wij bezochten voor u een adembenemend mooie ontsluiting in dit gesteente op Kreta.

De steen voelt fluweelzacht aan in je vingers. Bij de geringste tik die je er tegen geeft, valt hij uiteen in dunne platen. We staan voor een loodrechte, haast spierwitte wand die tot tientallen meters boven ons reikt. Allemaal diatomiet, een gesteente dat voor het grootste deel uit skeletjes van diatomeeën bestaat. Dat zijn eencellige wiertjes die zich hier ooit al zwevend in het zeewater hebben opgehouden. Omdat ze tot het plantenrijk behoren, leven diatomeeën alleen op een diepte waar het zonlicht nog kan doordringen. Na hun doodgaan zinken de skeletjes naar de bodem. Hun skeletjes bestaan uit kiezelzuur, in feite dezelfde samenstelling als kwartszand en glas. Onder bepaalde omstandigheden hopen deze skeletjes zich op de bodem van het water op en vormen daar in de loop van de tijd soms dikke lagen. Dit proces vindt niet alleen in zee plaats, ook in zoet of brak water. Diatomeeën leven namelijk overal waar het maar vochtig is. In het volgende nummer van Aarde & Kosmos zal onze medewerker E.G. van Diggelen een heel artikel aan diatomeeën wijden. Nu zullen we ons beperken tot het produkt dat ze kunnen vormen, de diatomiet.

Een deel van het dikke pakket diatomiet bij Heraklion op Kreta. Foto Kostas Albantakis



Tussen de platen diatomiet kan men vrijwel komplete visskeletten vinden. Het ronde stuk bij de staart van de vis is door een gravend zeedier gemaakt nadat de vis op de bodem terecht was gekomen. Foto Pieter C. van der Klugt



Dit prachtige visskelet kwam tussen de platen diatomiet tevoorschijn. Dergelijke vondsten zijn echter zeldzaam. De meeste vissen die uit de diatomiet komen, zijn niet groter dan enkele centimeters. Foto Pieter C.van der Klugt

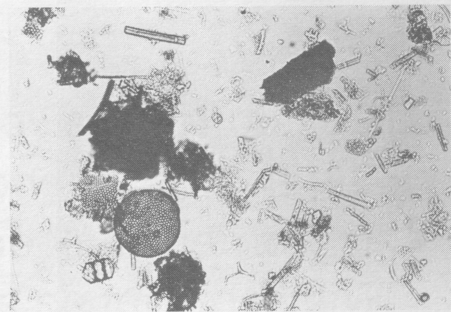








Fraai is de fijne gelaagdheid in de diatomiet te zien. Deze bestaat uit lichtere en donkerder laagjes ten gevolge van seizoensinvloeden. Tussen de laagjes kan men op de vlakken fossiele afdrukken en fossiele resten van bijvoorbeeld vissen vinden. Foto Panos Vassilakis



Een "greep" uit de diatomeeën-inhoud van de diatomiet. De kiezelwiertjes hebben elk hun eigen specifieke vorm.

Oplossing

In zee leven niet alleen diatomeeën, ook allerlei andere mikroskopisch kleine eencellige diertjes, zoals foraminiferen. Deze laatste bezitten een skelet van kalk. Afhankelijk van onder meer de waterdiepte en de hoeveelheid kalk die al in het zeewater aanwezig is, kunnen de skeletjes zich op de bodem gaan ophopen. In de Atlantische Oceaan bijvoorbeeld worden ten noorden van cirka 50 graden zuiderbreedte over het algemeen kalkhoudende lagen op de bodem aangetroffen, zelfs tot diepten van meer dan 5000 meter. Ten zuiden van deze breedtegraad zijn het vooral de diatomeeën die voor de vorming van de bodemlaag zorgdragen.

Waarom in bepaalde gebieden hoofdzakelijk kalkhoudende en in andere juist kiezelzuurhoudende afzettingen worden gevormd, is niet precies bekend. De wetenschappers die zich met dit onderwerp bezighouden verschillen nogal van mening. Ooit is verondersteld, dat beneden een bepaalde waterdiepte (cirka 4500 meter) de kalkskeletjes door de daar verhoogde hoeveelheid koolzuur volledig zouden worden opgelost. Alleen de kiezelzuurhoudende skeletjes bereikten op dergelijke waterdiepten de bodem. Recent onderzoek heeft evenwel aangetoond, dat deze veronderstelling over het algemeen niet opgaat.

Een rijzend eiland

Over de diatomieten die op Kreta liggen is echter meer bekend. Dat komt dankzij het onderzoek dat wetenschappers van het Geologisch Instituut van de Universiteit van Utrecht daar uitvoeren. De diatomieten op Kreta zijn tijdens het laatste tertiaire tijdvak, het Plioceen (cirka 7 tot 2,5 miljoen jaar geleden) gevormd.

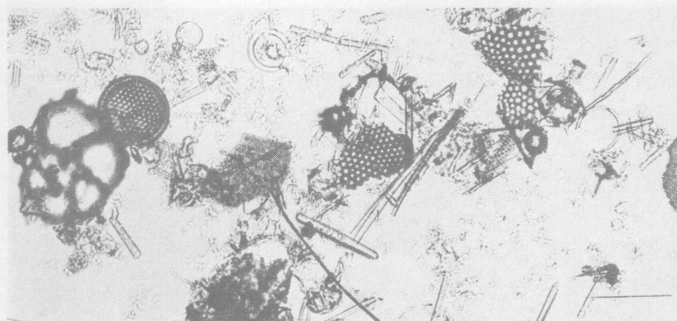
Om precies te zijn had die vorming in het midden van het Boven Plioceen plaats. Kreta werd in die tijd langzaam opgeheven. Aan het eind van het Plioceen lag het grootste deel van het huidige eiland al boven water. De opwaartse beweging van de zeebodem werd veroorzaakt doordat het Afrikaanse kontinent zich langzaam noordwaarts verplaatst. Op de plaats waar de noordrand van het Afrikaanse kontinent de zuidrand van Europa raakt, schuift Afrika ónder Europa. Daardoor komt de bovenliggende korst omhoog. Dankzij dit proces is onder meer Kreta in de Middellandse Zee ontstaan (zie Aarde & Kosmos nr. 4/1981).

Bekken

Tijdens het midden van het Plioceen lag het grootste deel van Kreta nog onder de zeespiegel. Alleen enkele ruggen staken boven water uit. Ertussen in lagen bekkens. In een van deze bekkens, even ten zuiden van de huidige stad Heraklion, waren de omstandigheden gunstig voor de vorming van diatomeeënslib op de toenmalige zeebodem. Het bekken is niet erg groot geweest, vermoedelijk ongeveer twee bij twee kilometer. In de diatomiet die hierin is gevormd en die nu ver boven de zeespiegel ligt, is een prachtige seizoensgelaagdheid te zien. Het is een afwisseling van donkere en lichtere laagjes van enkele millimeters dik. De lichtere laagjes zijn gevormd in het seizoen waarin veel diatomeeën aanwezig waren en de regen van skeletjes naar de bodem ook groot is geweest. Nadat de diatomeeëngroei was afgenomen, werd het aandeel van slib en stofdeeltjes die op de bodem terecht kwamen, naar verhouding groter. Daarbij werden de donkere laagjes gevormd. Het hele pakket uit het bekken heeft een dikte van enkele tientallen meters.

Zuurstofloos

Uit de inhoud van de diatomiet valt nog meer af te lezen. Er komen namelijk prachtig bewaarde skeletten van vissen in voor. Deze zonken na het doodgaan naar de bodem en werden bedekt met diatomeeënslib. Het kan ook zijn, dat



Aan de hand van de aangetroffen soorten is soms af te lezen in welk milieu ze hebben geleefd. Foto's Hein de Wolf

de vissen in het bekken terecht kwamen en hier door gebrek aan zuurstof doodgingen. Veel van de skeletten die we er aantroffen, waren afkomstig van jonge visjes. Doordat er nauwelijks zuurstof in het water aanwezig is geweest, vond er geen oxidatie plaats. Hierdoor zijn de visskeletten zo goed bewaard gebleven. Bij het laag voor laag splijten van de diatomiet kom je soms ineens zo'n prachtig visfossiel tegen. Een andere aanwijzing voor de zuurstofloosheid van het water bij de bodem van het bekken is het ontbreken van skeletjes van die soorten foraminiferen die uitsluitend op de bodem leven. Foraminiferen die zwevend in het water leven, net als de diatomeeën, zijn wel in de diatomiet gevonden.

De nabijheid van landruggen die boven de zeespiegel uitstaken, is af te lezen aan de fossiele blaadjes van loofbomen die hier en daar tussen de platen diatomiet voorkomen.

Gebruik

Niet alleen uit wetenschappelijk oogpunt is diatomiet belangrijk, ook ekonomisch. De bruikbaarheid van deze stof is te danken aan een tweetal eigenschappen. Op de eerste plaats is dat het feit, dat de stof uit kiezelzuur bestaat. Hierdoor lost diatomiet niet snel op en heeft het bovendien een slecht geleidend vermogen. Daardoor kan het worden toegepast als isolatiemateriaal voor apparatuur die erg heet wordt. Voorts bestaat de delfstof uit mikroskopisch kleine deeltjes waartussen veel poriën zitten. Dit grote poriënvolume (60 tot 70% van het gesteente bestaat uit holle ruimte) maakt het geschikt als filtermateriaal. Het wordt ondermeer toegepast in de drinkwatervoorziening en in bierbrouwerijen.

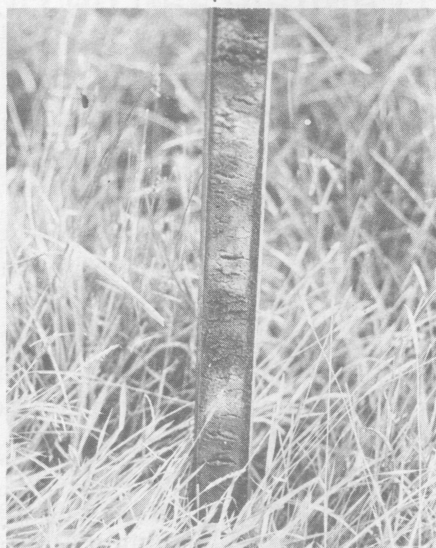
Door de grote hardheid (die van glas) en de fijne deeltjes kan diatomiet ook als slijp- en polijstmiddel worden toegepast. Ook wordt het gebruikt als opvulstof in de verf- en luciferindustrie. Tenslotte is er nog een toepassing die het werken met nitroglycerine veiliger heeft gemaakt. Deze laatste stof heeft namelijk de eigenschap bij de geringste verkeerde beweging te ontploffen. Om nitroglycerine veilig te transporteren wordt diatomiet gebruikt. In een verhouding van 1 op 3 wordt het met diatomiet vermengd. De explosieve kracht gaat hierbij niet achteruit, maar de veiligheid neemt enorm toe.

Ook in ons land

In 1886 ontdekte men in het dal van de Renkumse Beek, aan de zuidzijde van de Veluwe, diatomeeën-aarde (daar zo genoemd omdat het niet verhard is). De diatomeeën-aarde is daar in ondiepe meertjes in het beekdal afgezet. Deze meertjes stonden wel in verbinding met de beek en werden zo van voldoende vers water voorzien. De dikte van de laag is niet erg groot geweest, misschien een halve tot één meter. Toch is deze aarde hier tot aan het eind van de jaren twintig gedolven. Toen raakte de voorraad uitgeput. De diatomeeën-aarde werd voornamelijk verwerkt tot slijp- en polijstmiddelen. Voor het echte diatomiet-gesteente moeten we dus de grens over.

Groot Brittannië	2.000
Denemarken	6.158
Frankrijk	245.600
West-Duitsland	18.390
Italië	30.000
IJsland	22.247
Portugal	3.400
Roemenië	40.000
Sovjet-Unie	270.000
Spanje	28.000

Diatomiet als delfstof. De getallen geven de produktie in duizenden kilo's aan (in 1979). De totale wereldproduktie bedroeg in 1979 1.500.000 ton; Nederland importeerde in dat jaar 17.000 ton.



In het dal van de Renkumse Beek op de Veluwe is een laag diatomeeën-aarde aanwezig. De laag is niet dikker dan ongeveer 50 centimeter. In de zon droogt de aarde, hier in een steekmonster nog donker, hagelwit op. Foto Pieter C. van der Klugt



Siso kode 644.8

G.J. van Lonkhuyzen

Zonne-energie uit vijvers.

Uit de Zon en zout elektriciteit maken. Dat is wat een centrale aan de Dode Zee doet. Het systeem is ook elders op de wereld te gebruiken.

Het idee van de zonnevijver kwam weer in de belangstelling na de Israëlisch-Arabische oorlog van 1967. Na die strijd waren Israëlische geologen bij Eilat, in bezet gebied, gekomen om daar hun wetenschappelijke werk te beginnen. Maar eerst zouden ze een bad nemen in het Satelliet-meertje op het strand aldaar. Dat water zou zéér zout zijn en dus een heel vreemdsoortige zwemervaring geven, net als in de Dode Zee. Hoe vreemd, realiseerden de heren zich pas toen ze eenmaal door het water liepen en er prompt ook weer uit renden, want aan hun voeten, op bijna twee meter diepte, was het water héét, terwijl de bovenste laag water aanmerkelijk koeler was.

Als wetenschapper zoek je zoiets uit en al gauw werd vastgesteld dat het absurd hoge temperatuursverschil een gevolg is van het feit, dat dieper in het water het zoutgehalte veel hoger is dan bovenin. In het kleine meertje is nauwelijks sprake van golfbeweging, zodat er ook geen vermenging optreedt. Omdat zout water zwaarder is

dan zoet, zakt het naar de diepte. Zout water neemt veel meer warmte op dan zoet..... en vandaar die hogere temperatuur. Daar zou men energie aan kunnen onttrekken!

Dat is allemaal niets nieuws. Dertig jaar geleden heeft men in Israël al met dit idee gespeeld, maar dertien jaar geleden pas kwam het tot de eerste experimenten, bij de Dode Zee. Eén van de mensen die in de praktijk de zonnevijver tot een aantrekkelijke methode voor energiewinning maakte, is Lucien Bronicki. Van hem gaat het verhaal dat hij als kind hevig verstoord raakte als er iets brandde. Hij vond dat zonde. Dat gevoel leidde ertoe, dat Bronicki in Jeruzalem aan het nationaal natuurkundig instituut ging studeren en daarna een bedrijf opzette, Ormat, gewijd aan een door hem uitgedokterde methode om zonnewarmte in elektriciteit om te zetten.

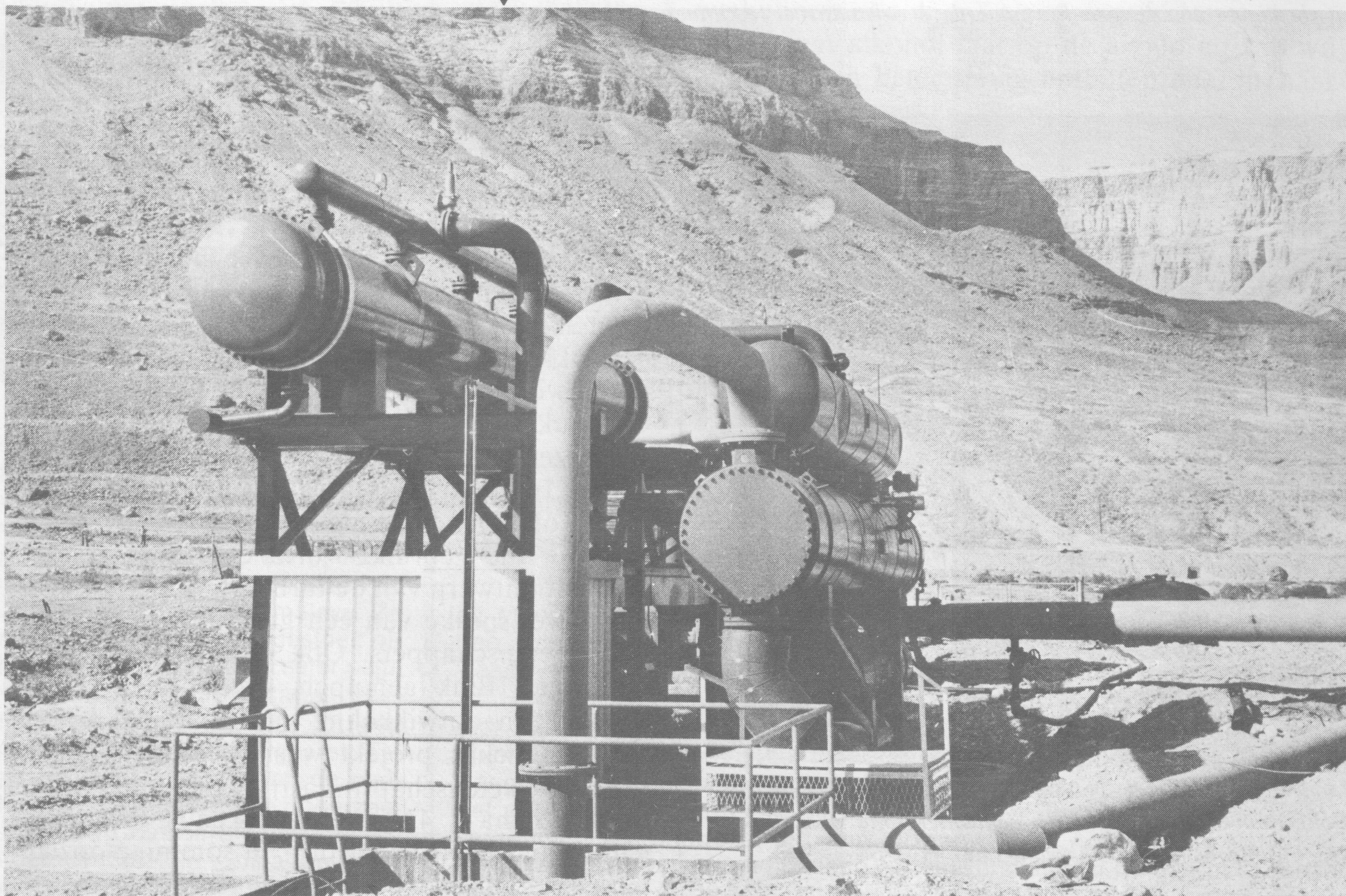
Omgekeerde koelkast

Dat idee ging vooraf aan de ontwikkeling van de zonnevijver. Het is in feite een nieuwe toepassing van de oude Rankine-cyklus, die we ook uit de koelkast kennen. Bronicki's apparatuur werkt net omgekeerd. Het hete water wordt gebruikt om een werkvloeistof te verdampen. De damp brengt een turbine aan het draaien waarmee elektriciteit wordt opgewekt en de damp wordt vervolgens weer tot kondensatie gebracht in koelwater. De turbines van Bronicki's bedrijf moesten aan twee heel specifieke eisen voldoen. Ten eerste moesten ze gebouwd worden op een schema van onderhoudsvrij gebruik. Ten tweede moest de werkvloeistof nuttig zijn bij geringe temperatuursverschillen en betrekkelijk lage temperaturen.

Stoomturbines werken als regel op vrij hoge temperaturen van stoom-onder-druk. Maar wie gebruik wil maken van water als warmtedrager, moet tevreden kunnen zijn met temperaturen die als regel rond de 90 graden celsius liggen. Bovendien heeft het koelwater als regel temperaturen in de buurt van 20 graden celsius. Ormat, het bedrijf dat Bronicki opzette, en dat veel wetenschappelijke hulp kreeg van Israëlische geleerden, had een speciaal produkt op het oog; elektriciteit producerende installaties, die werken op proceswarmte uit de industrie, dus op de warmte die in koelwater is opgenomen.

◀ *Het natuurlijke zonnevijvertje bij Eilat, waar de heren geleerden zulke warme voeten kregen. Foto Werner Braun*

Driehonderd kilowatt produceren aan de oever van de Dode Zee, omdat het diepe water heet is.(90 graden C) en het oppervlaktewater koel (18 graden C): de omgekeerde ijskast maakt elektriciteit. Foto D. Rosenblum ▼



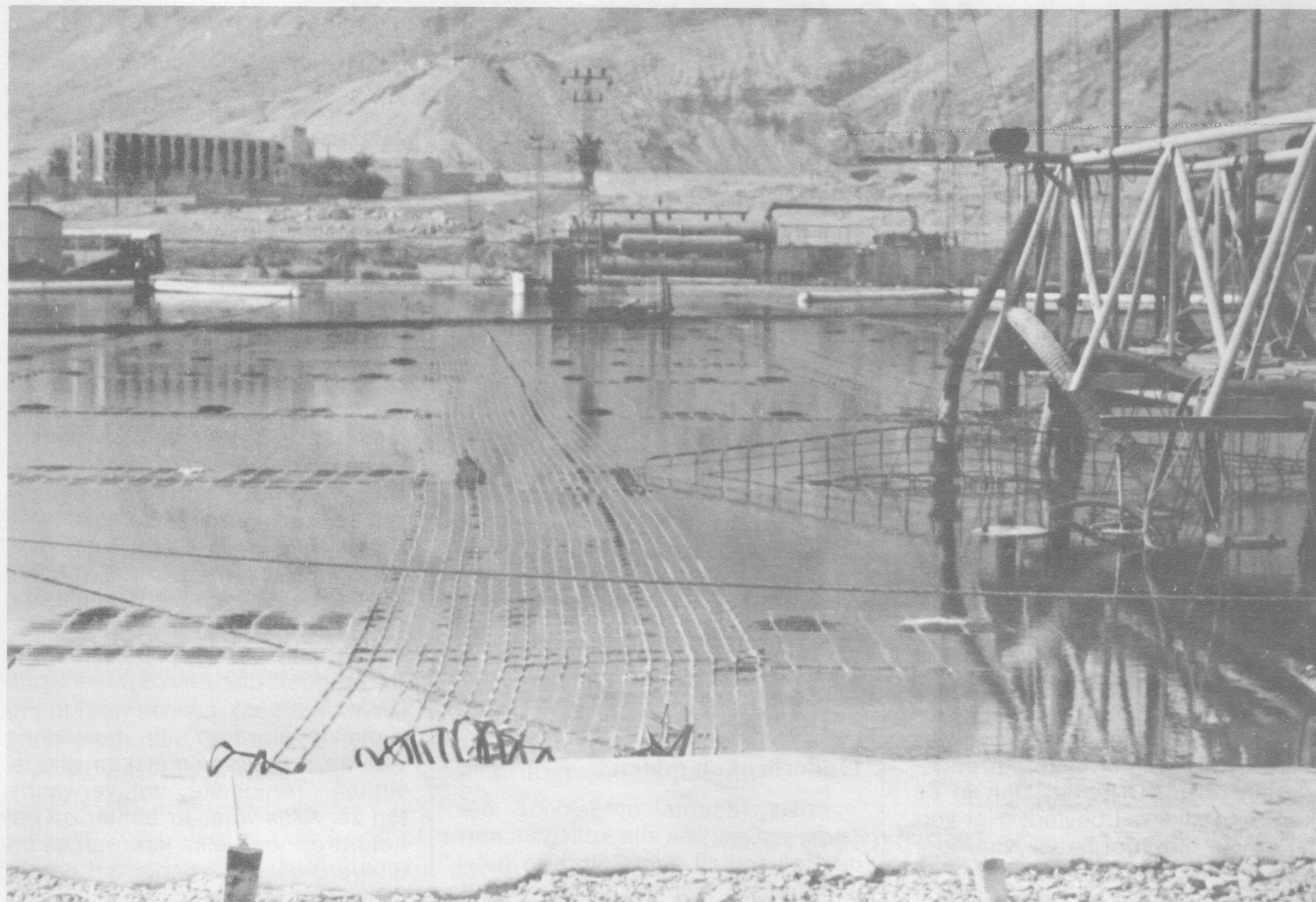
Twee sets van V-vormig opgestelde geïsoleerde buizen halen heet zout water uit de diepte en brengen het naar de verdamper. Het zijn dikke buizen met in totaal vier inlaten. Dat is gedaan om de aanvoer te kunnen verzorgen zonder in de plas grote waterbewegingen te veroorzaken. Foto G.J. van Lonkhuyzen



Lucien Bronicki, de bouwer van de zonnevijver bij Ein Bokek aan de Dode Zee. Op de achtergrond de 300 kW krachtcentrale. Foto G.J. van Lonkhuyzen

Dat leidde tot de genoemde twee eisen. De markt voor Ormat zou speciaal liggen in arme landen, meestal ook warme landen waar bovendien technische vaardigheden gering zijn. De machine heeft maar één bewegend deel gekregen, de turbine. Het onderhoud is minimaal: éénmaal per jaar moeten met een borstel de oppervlakken van de warmtewisselaar schoongeveegd worden.

Sukses kwam vrijwel onmiddellijk. Er zijn al duizenden van deze energie-omzetters verkocht. In de technische brochures van Ormat wordt opvallend weinig gezegd over de werkvloeistof die gebruikt wordt en helemaal niets over het ontwerp van de turbines. In beide gevallen is wel sprake van een grote inbreng van Israëls wetenschappers. Ook de Israëlische regering heeft flink geholpen, omdat men in het projekt een ontwikkeling van nationaal belang zag; Bronicki's projekt was uitermate geschikt voor de "wetenschapsindustrie" die in het artikel op de pagina's 438 ev besproken is. Het sukses van Ormat heeft het bedrijf in sommige opzichten de status van troetelkind gegeven.



Een overzicht van de zonnevijver bij Ein Bokek. Rechts op de voorgrond een inlaat voor koel water. Op het water het plastic net om golfslag tegen te gaan. Op de rand van de vijver is de bekleding van kunststof te zien die over de hele zonnevijver ligt. Foto G.J. van Lonkhuyzen

Zon en zout

Zon en zout alleen zijn niet genoeg om een zonnevijver te maken. Onder normale omstandigheden zal bij een luchttemperatuur van 28 graden C het water bovenin al gauw 23 graden C worden en onderin het meer 22 graden C. Die situatie blijft gehandhaafd als gevolg van vermenging. Wat zich bij de Dode Zee -en bij Eilat- voordoet, is het verschijnsel van verschillende zoutgehalten, waarbij het hoge gehalte in de diepte het water zo "zwaar" maakt dat het niet gaat cirkuleren. Daar vindt men bij een luchttemperatuur van 28 graden C aan het wateroppervlak een temperatuur van 22 graden C en in de diepte een temperatuur van 90 graden C.

Met de energie-omzetters van Ormat was het verder niet zo moeilijk om een proefcentrale op te zetten bij Ein Bokek aan de Dode Zee. Een stukje zee werd eenvoudig ingedijkt en daarnaast verscheen een Ormat-installatie die 300 kilowatt kan leveren, dag en nacht, zomer en winter.

De proefcentrale is tamelijk groot, ongeveer 23.000 vierkante meter, om ervaring op te doen met golfslag. Golven kan men niet gebruiken, want die zorgen voor vermenging van het water boven en onderin. In het meertje bij Ein Bokek ligt dan ook een raamwerk van zeer grofmazig plastic over het water. Het werkt; er zijn geen golven. Er ontstaat na verloop van een jaar wel vrij veel aangroeisel op het net (het ligt per slot in water met een vrij gering zoutgehalte) en dus moet er wel eens een bezem overheen gehaald worden, anders wordt de zonnestraling tegengehouden.

Het sukses van deze zonnevijver heeft geleid tot het besluit een zonnevijver te bouwen voor 5 megawatt. Als die ook zo effectief is, volgt in de komende tien jaar een reeks van zonnevijvers die in totaal 2000 megawatt produceren. Ze zullen lang niet allemaal aan de Dode Zee te vinden zijn. Er bestaan plannen om in de Negevwoestijn kunstmatige zonnevijvers aan te leggen. Die zullen dan helpen de woestijn te ontginnen en leefbaar te maken voor toekomstige bewoners.

John Beek

Siso kode 573.2/573.9

Eerst RNA, dan pas DNA?

Onlangs ontdekten Amerikaanse onderzoekers dat RNA zichzelf kan splitsen. Dat zou ondermeer kunnen betekenen dat RNA in het ontstaan van leven er eerder was dan DNA. Als dat zo is, dan wordt de ontwikkeling van leven beter te begrijpen.

Erfelijke informatie ligt opgeslagen in het DNA dat zich in de kern van elke cel bevindt. Het vertalen van die informatie, waardoor een cel zich kan laten kopieëren en het leven zich kan voortplanten, verloopt in twee stappen. De eerste fase is het overdragen van erfelijke informatie aan een molekuul dat voor boodschapper speelt, het messenger RNA (of mRNA). Dat overdragen heet transkriptie. De tweede fase is het vertalen van de overgebracht boodschap; dat heet translatie en wordt gedaan door transfer RNA (of tRNA). Bij het vertalen wordt de kode omgezet in aminozuren die tot eiwitmolekulen versmelten. De translatie gebeurt op speciale lichaampjes in de cel, de ribosomen. Die ribosomen worden samen met eiwitten gevormd door het ribosomaal RNA (of rRNA). Aan dit hele proces is in Aarde & Kosmos 7 en 8/1980 uitvoerig aandacht besteed.

Toen wisten we nog niet dat we het proces van kopieëren niet zo star en onveranderlijk moesten zien. Neem nou dat RNA.

Halverwege de jaren zeventig werd de opmerkelijke ontdekking gedaan dat de transkriptie omkeerbaar blijkt te zijn! Aan de hand van RNA kan weer DNA worden gemaakt. Bepaalde virussen maken de enzymen die dat doen. In de moderne biotechnologie zijn de omkeerreakties niet meer weg te denken.

Onderbroken genen

De recente ontdekking die Thomas Cech en zijn kollega's aan de Universiteit van Colorado hebben gedaan, kwam eigenlijk toevallig. Ze waren erop uit om de transkriptie te bestuderen. Al vroeg in 1979 hadden ze daarvoor een geschikt "onderzoeksmodel" gevonden: Tetrahymena thermophila; dat trilhaardiertje lijkt op een hogere cel (dus zoals die van ons lichaam), terwijl het toch een eencellige is.

In de hogere cellen zijn bijna alle genen onderbroken. De kode wordt onderbroken door stukken niet-koderend DNA, die samen soms wel twintig keer zo lang kunnen zijn als alle wél-koderende gedeelten. Dit is één van de bevindingen van de rekombinant-DNA technologie. Sinds enige jaren wordt daarom gesproken van "intervening sequences" (IVS) of "introns", en van "exons", de delen die tot expressie komen.

In eerste instantie wordt de hele kode in het DNA van begin tot eind, met introns en al in één lang mRNA overgeschreven. Daarna vinden bewerkingen plaats waarbij de introns eruit worden gehaald. Uiteindelijk blijft één enkel aaneengesloten exon over, dat tranlatie kan ondergaan.

De bewerkingen die het mRNA ondergaat, staan momenteel sterk in de belangstelling van de molekulair biologen en de biochemici.

Tegen de verwachting in

Cech en zijn team bestudeerden in dat kader de precursor van ribosmaal RNA. De precursor is een direkte kopie van DNA dat dient als "werk-molekuul", in dit geval voor het rRNA. Het moet nog bewerkingen ondergaan. Dat rRNA komt in T. thermophila met maar liefst 20.000 kopieën voor. Zoveel kunnen er zelfs met allerlei laboratoriumtechnieken niet worden verkregen. De eencellige heeft zoveel rRNA kopieën omdat gedurende 2,5 uur groei tussen twee celdelingen in, nogal wat nieuwe celonderdelen moeten worden aangemaakt. Dit rRNA bezit één IVS van 413 nukleotiden (bouwstenen van het DNA) dat er precies uitgeknipt wordt. De exons worden meteen daarna netjes aan elkaar geplakt.

Cech en zijn mensen ontwikkelden een transkriptie-systeem in de reageerbuis. Zo'n systeem ontbreekt het vaak aan de nodige enzymen, waardoor de bewerking van de precursor niet kan plaatsvinden. Tenminste, dat verwachtten ze. Alles wees er echter op dat het intron toch elke keer netjes eruit werd gelicht, zonder dat de gebruikelijke enzymen eraan te pas waren gekomen. Onbewerkt RNA stapelde zich niet op. Het intron bleek niet erg veel trager dan in het organisme zelf eruit te worden geknipt.

Op vijf verschillende manieren werd deze proef herhaald, waaronder enkele met rigoreuze methoden om er zeker van te zijn dat alle eiwit afgebroken was. Telkens was het resultaat dat het proces zich ook zonder enzymen voltrok en zelfs zonder toevoeging van energie (in de vorm van molekulen ATP), zolang maar de nukleotide guanosine en de ionen NH_4^+ en Mg^{2+} aanwezig waren. De introns worden altijd teruggevonden in de vorm van cirkeltjes.

Weinig nodig

Nu gebeurt er in de biologie bijzonder weinig waar geen enzym aan te pas komt. Enzymen zijn eiwitten die de natuurlijke reaktie iets van honderd-duizend tot een miljoen maal versnellen. Het leven zoals wij dat kennen, is zonder enzymen ondenkbaar. Het zat de onderzoekers dus niet lekker dat RNA zichzelf, zonder hulp van enzymen, kon bewerken.

Anderhalf jaar hebben ze erover gedaan om te proberen te begrijpen wat er nu eigenlijk gebeurt.

Naast het cirkeltje werd een gedeelte van het intron in rechte vorm teruggevonden. Het guanosine werd telkens aangetroffen aan het 5'-einde van het rechte gedeelte, maar nooit in het cirkelvormige stuk. Verondersteld wordt nu dat guanosine (G) een faktor is die samen met het intron de reaktie kan laten plaatsvinden. De vrijgekomen rechte IVS heeft om cirkelvormig te worden alleen maar een tweewaardig kation (dus bijvoorbeeld Mg^{2+}) nodig. Bij hogere temperaturen gaat deze reaktie sneller. De gesloten cirkel die overblijft, is altijd vijftien basen korter dan het rechte stuk. Die vijftien blijven recht en komen van het 5'-einde (dus het begin) van het intron. De eerste base van die vijftien is guanosine.

Ribozym

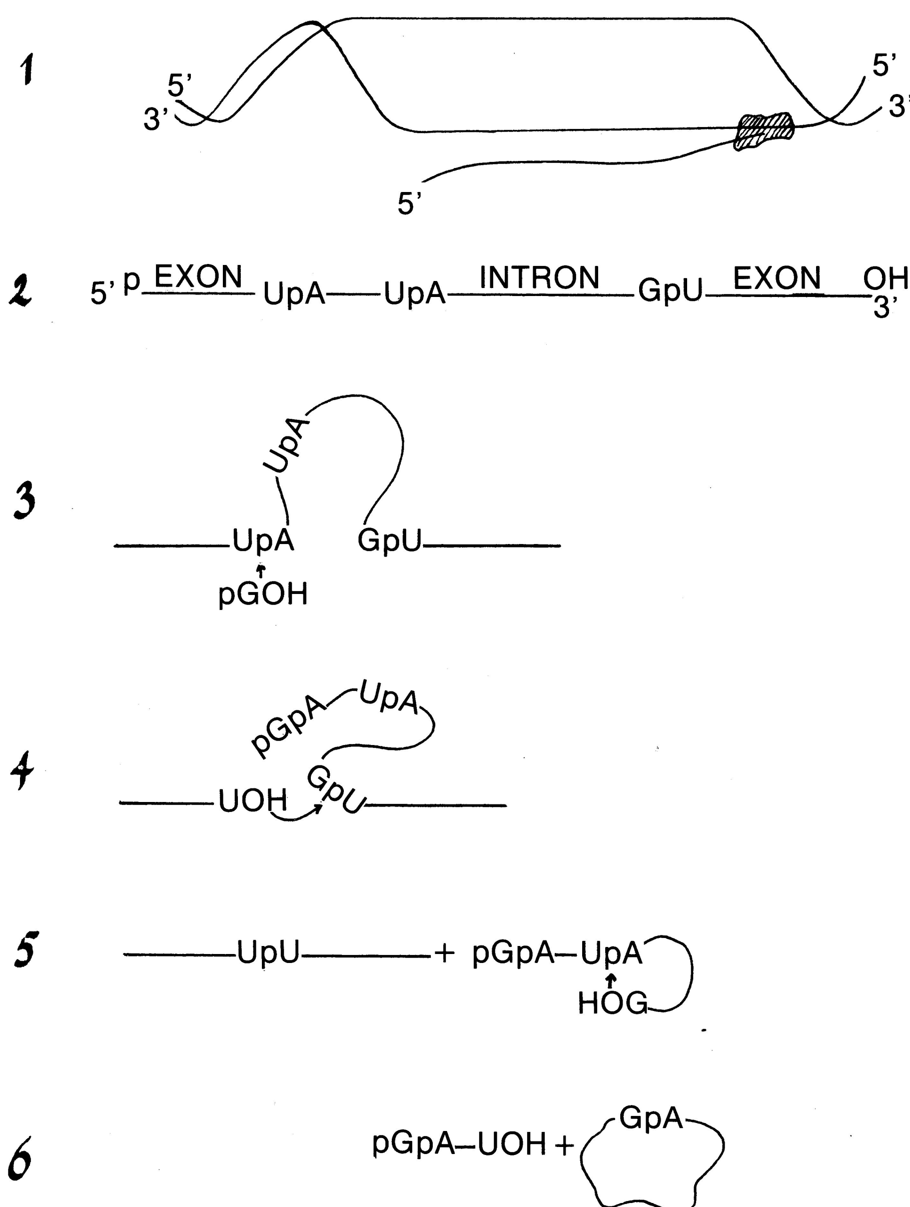
Het RNA is geen enzym in de gewone betekenis. In tegenstelling tot gewone enzymen versnelt het een reaktie waarbij het zelf betrokken is. Cech en zijn medewerkers willen hiervoor een nieuwe term lanceren, "ribozym".

Hoe gaat de splitsing in zijn werk? Precies weten doen Cech en zijn kollega's het niet, maar ze vermoeden dat het begint met een bepaalde ruimtelijke stand van de precursor RNA. Opmerkelijk vinden ze het dat de IVS wordt geflankeerd door uracils en dat er een guanosine aan het eind van het intron zit. Even opmerkelijk is een serie van zestien nukleotiden die niet alleen in inmitochondriën voorkomt, maar ook in introns van mRNA van mitochondriën. Cech denkt dat die serie iets te maken heeft met een bindingsplaats voor het guanosine. Door een verandering in de stand van het molekuul wordt met name de binding tussen de laatste uracil van het exon en de eerste adenine van het intron vatbaar voor breuk. Het guanosine helpt daarbij een handje.

De OH-groep van het aanvallende guanosine hecht zich aan de fosfaat-groep tussen het laatste uracil en eerste adenine. Door herrangschikking raakt het guanosine betrokken bij een reaktie met het eind van het intron. Tenslotte zijn de exons normaal met elkaar verbonden, op de manier waarop alle nukleotieden met elkaar in het RNA verbonden zijn.

Het intron is verwijderd en ondergaat een verdere bewerking. Op vergelijkbare manier wordt van het intron een cirkeltjes gemaakt, waarbij zich het stukje van vijftien nukleotiden afsplitst. De fosfaat- en OH-groepen zijn telkens de belangrijkste reagerende groepen.

Helemaal zeker hiervan is niemand uit de groep van Cech. Voorlopig is dit de eerste poging om de zelf-splitsing van RNA en de rol van guanosine daarin te verklaren.



A staat voor adenine, G voor guanosine, OH voor hydroxylgroep, U voor uracil en p voor fosfaatgroep.

Zo gaat het zelfsplitsen van RNA schematisch in zijn werk. Daarbij wordt een stukje niet-koderend RNA (het zogeheten intron) uit het RNA gewerkt. Dat intron wordt bewerkt tot een recht molekuul en een cirkelvormig molekuul.

Primitief

Wie nu denkt dat alle soorten RNA op deze manier van hun introns afkomen, moet teleurgesteld worden. Gedetailleerde kennis van het mechanisme waarop tRNA-precursors in gist worden uitgesplitst, wijst in een andere richting. Bij de tRNA splitsingen in gist zijn al minstens twee enzymen betrokken, voltrekken zich zeker vier verschillende reakties en is energie (twee molekulen ATP) nodig.

Over het mechanisme van mRNA splitsing is bijzonder weinig bekend. Het zou echter niemand verwonderen wanneer dit volgens weer een geheel ander mechanisme verloopt.

Het door Cech ontdekte me-

chanisme van rRNA-splitsing is in scheikundig opzicht tamelijk primitief. Toch worden introns aangetroffen in de genen van de hogere cellen. Dat is opmerkelijk omdat men veronderstelt dat de hogere cellen later in de evolutie zijn verschenen; primitieve eigenschappen zouden dan verdwenen moeten zijn. De ontdekking van het primitieve zelfsplitsende RNA trekt die veronderstelling weer in twijfel. De oorsprong van de introns is al een raadsel sinds ze in 1977 werden ontdekt. Het ziet er niet naar uit dat nu enig licht in die duisternis is geworpen.

Verklaring voor evolutie?

Daar houden de interessante spekulaties niet mee op. Uit de aard van de reakties kan worden ingezien dat de RNA-splitsing omkeerbaar is! Er is immers geen energie-uitwisseling met de omgeving. In plaats van een stukje eruit, zou even gemakkelijk een stukje, bij voorkeur natuurlijk een nieuw stukje, kunnen worden ingelast. Dit zou betekenen dat de genetische expressie dynamischer moet worden voorgesteld dan tot nog toe gebruikelijk is. Uitwisseling van materiaal kan blijkbaar gemakkelijker en op meer nivo's plaatsvinden dan we tot nu toe dachten. Niet alleen uitwisselingen, ook nieuwe kombinaties kunnen betrekkelijk ongehinderd ontstaan. Bovendien kunnen die nieuwe kombinaties langs de omgekeerde weg in het erfelijkheidssysteem worden uitgevoerd! Zou dat geen geschikt model zijn om (mede?) versnelde evolutie te verklaren? Aan evolutie gebaseerd op veranderingen in het DNA, kleven bezwaarlijke beperkingen. Om deze te omzeilen, hadden sommigen al eerder gewezen op de mogelijkheid uit te gaan van RNA als het erfelijke materiaal waarmee het allemaal begon.

Met de ontdekking van Cech heeft deze visie een krachtige duw in de rug gekregen. Hoewel enkelen waarschuwen dat het wel een erg grote stap is om de bevindingen bij een eencellige door te trekken naar meercellige organismen, zijn velen bereid die stap te zetten.

Uitweg uit kip en ei probleem

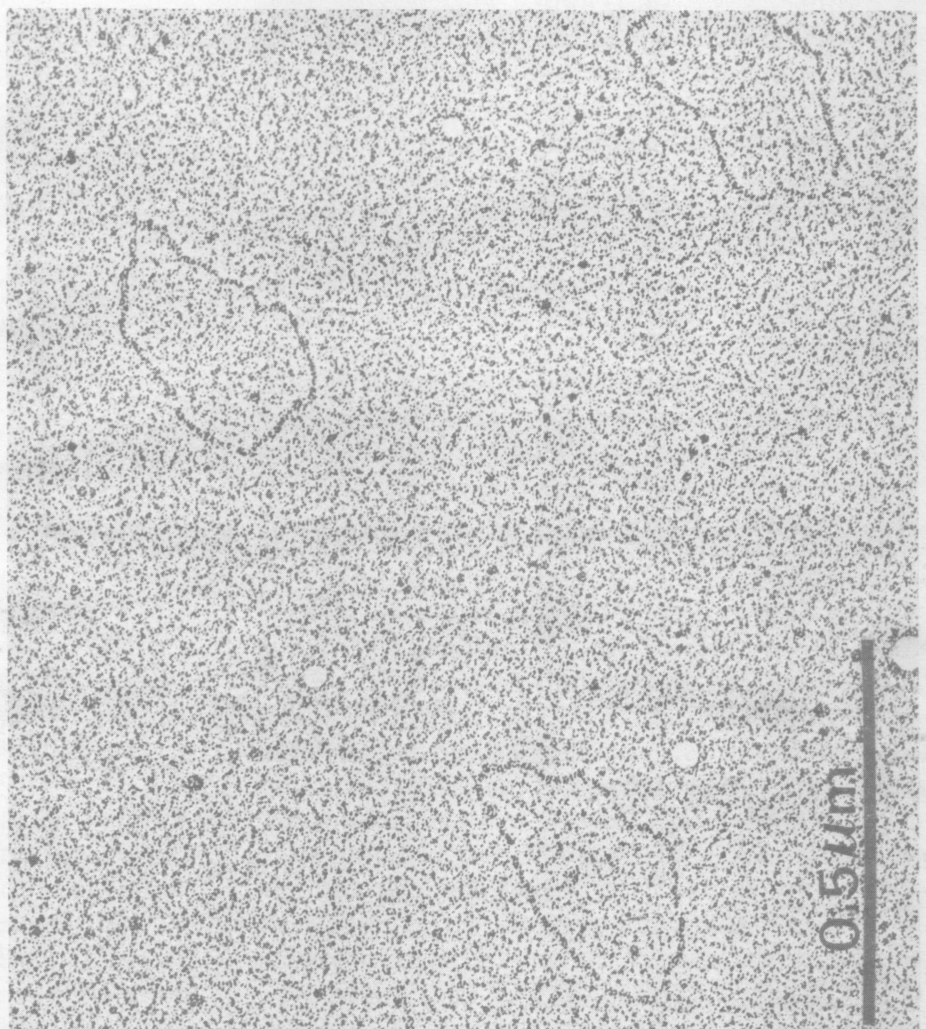
Professor Harry Noller van de Universiteit van Californië in Santa Cruz, gelooft dat we pas beginnen te begrijpen wat RNA voor mogelijkheden heeft. Als RNA zowel informatie kan opslaan als enzymreakties uitvoeren, biedt dit meer mogelijkheden dan met DNA als het vroegste erfelijke materiaal, zegt hij. Wellicht begon daarom het leven als een primitief stukje RNA met wat eiwitjes in een oer-ribosoom ook wel zonder eiwitten translatie kan uitvoeren. En zo blijkt dat zelf-splitsend RNA zelfs een uitweg biedt uit het eeuwige kip en ei probleem, meent Roger Lewin in Science. Immers, er zijn geen eiwitten nodig om nukleïnezuren te maken of andersom. Maar voor eiwitsynthese zijn wel eiwitten nodig. RNA-rekombinatie zou het ontstaan van eiwitvorming vooraf kunnen zijn gegaan. Een systeem met perspektieven dus.

Plantenziekten

Ook op minder spekulatieve terreinen gaat deze ontdekking mogelijk enkele brandende vragen beantwoorden. Tijdens de afsplitsing van het intron bij T. thermophilla bleken de cirkelvormige molekulen zich niet op te hopen. Daarvoor moet dus een efficiënt afbraaksysteem bestaan. Die RNA-cirkels werden eerder ontdekt door dr. Annika C. Arnberg van de universiteit van Groningen. Zij trof ongewoon kleine cirkelvormige RNA's aan die gedurende de splitsing van RNA's in mitochondrieën ontstaan. Dat bleken inderdaad de introns te zijn, terwijl ze lange tijd een nog onduidelijke funktie werd toegeschreven.

In plantencellen werden eveneens cirkelvormige RNA's aangetroffen. Ze hadden al de naam ''viroïden'' gekregen. Viroïden zijn echter verwekkers van plantenziekten. Dr. Sidney Altman van de Yale Universiteit, gelooft na de ontdekking van Cech dat RNA-viroïden ook ziekten kunnen verwekken zonder de tussenkomst van eiwitten.

Dit is pas het begin. Waarschijnlijk staan ons nog veel meer ontdekkingen te wachten.



Bij het splitsen van RNA blijven cirkelvormige stukjes RNA over. We zien hier RNA-cirkels uit gistmitochondriën. Deze cirkels bevatten ongeveer 2200 nukleotiden. Foto Dr. Annika C. Arnberg, Biochemisch Laboratorium, RU Groningen

Siso kode 599.7

A. Knuistingh Neven

De biologische klok in de mens.

Schommelingen in biologische aktiviteiten zorgen voor ritmiek in de natuur. Ook in de mens verlopen allerlei processen ritmisch. We kunnen daar rekening mee houden, bij onze manier van leven en bij het gebruiken van medicijnen.

Dag- en nachtritmen zijn het gemakkelijkst herkenbaar, maar ook maan- en getijdenritmen zijn beschreven.

Hoewel de mens geprobeerd heeft zich zoveel mogelijk onafhankelijk van het milieu te maken, blijven ritmen, vooral de 24-uurs ritmen, herkenbaar. In zijn dagelijkse aktiviteit zal hij er rekening mee moeten houden. Bij de één wat nadrukkelijker dan bij de ander zullen ploegendiensten en transatlantische vluchten de biologische klok verstoren, met als gevolg daarvan problemen.

Een onderscheid moet gemaakt worden tussen ritmen die verdwijnen als er geen afwisseling in de omgeving meer optreedt (de zogeheten exogene ritmen) en ritmen die blijven bestaan onder alle omstandigheden (endogene ritmen). In dit artikel hebben we het over endogene ritmen.

Ontwikkeling van ritmen

Vanuit het standpunt van de evolutie kan men het bestaan van ritmen in levende organismen beschouwen als de gunstigste manier van funktioneren. De ritmen zijn dan een aanpassing aan natuurlijke verschijnselen. De dag- en jaarritmen hebben ongetwijfeld hun oorsprong in geofysische veranderingen: de draaiïng van de Aarde om haar eigen as en de loop die de Aarde, met haar scheefstaande draaiïngsas, jaarlijks om de Zon maakt.

Het bestaan van andere herkenbare ritmen kan mogelijk wijzen op nog onbekende geofysische of kosmische invloeden, waardoor de natuur mede beinvloed is.

24-uursritmen

De 24-uursritmen worden ook wel cirkadiane ritmen genoemd. De benaming stamt uit het Latijn: cirka betekent rondom, ongeveer; dies betekent dag. Eéncelligen zonder kern, zoals bakteriën, hebben geen herkenbare ritmiek, terwijl ééncelligen met een kern, zoals bepaalde algen en amoeben, wel een 24-uursritmiet vertonen.

Cirkadiane ritmen vindt men ook bij alle meercellige organismen. Ook al kweekte men vele generaties bananenvliegjes en muizen onder konstante omstandigheden, de 24-uursritmen bleven herkenbaar. Diverse onderzoekingen hebben duidelijk gemaakt dat de endogene ritmen erfelijk bepaald, dus in de chromosomen verankerd zijn. Men heeft mutanten van de bananenvliegen gekweekt met ritmen van bijvoorbeeld 19 uur en 28 uur. Er zijn zelfs stammen bekend met een erfelijk ontbreken van ritmiek.

In weefselkweken van bijnierschors en hersenen kon men de ritmische gevoeligheid voor hormonen en de ritmische produktie van biologische aktieve stoffen aantonen. Kortom: cellen, weefsels en organen hebben een eigen ritmiek.

De werkelijke duur van het dagritme

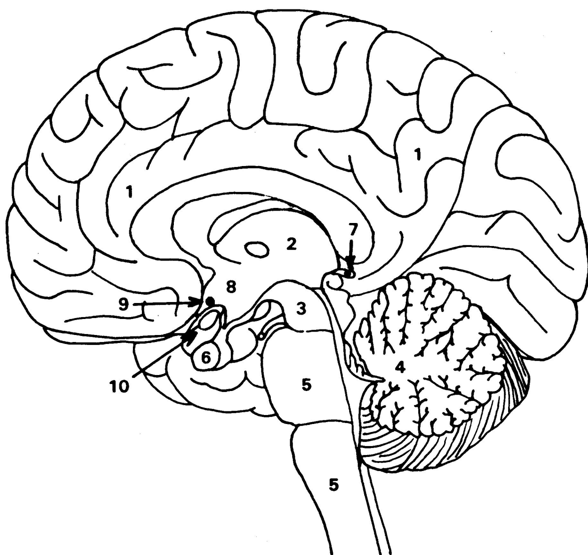
Experimenten in bunkers, waarbij men proefpersonen zonder invloeden van buiten observeert, laten zien dat de mens een dagritme heeft van ongeveer 25 uur. Ook waarnemingen bij poolreizigers geven dit beeld.

Niet alle ritmen bij dergelijke experimenten blijken synchroon te lopen. Temperatuur, urine-

produktie, enzymaktiviteit, celdeling en hormoonaktiviteit krijgen een ritmiek van ongeveer 25 uur. Het slaap-waakritme blijkt vaak veel langer te worden. Ritmen van 30 uur, soms zelfs 50 uur, zijn beschreven.

Gelijk zetten

De mens heeft zich tijdens de evolutie kennelijk zodanig ontwikkeld dat het een voordeel is om een dagritme van ongeveer 25 uur te hebben. Synchronisatie tot het dag-nacht-ritme van 24 uur ("gelijkzetten van de biologische klok") vindt moeiteloos plaats. Synchroniserende faktoren zijn bij de mens de afwisseling van licht en donker en vooral de sociale prikkels. Op diverse manieren wordt ons tijdsbewustzijn geaktiveerd: horloge, radio, tv, werk, verkeer, school, vaste eetgewoonten. We zijn kennelijk steeds bij de tijd en we worden geleefd!



Onze biologische klok zetelt in de hersenen. Verscheidene hersenorganen nemen deel aan de regeling van de biologische ritmen. Ze komen in het artikel ter sprake. De cijfers hebben de volgende betekenis:
1: grote hersenen; 2, 3, 5: hersenstam; 4: kleine hersenen; 6: hypofyse (hersenaanhangsel); 7: epifyse (pijnappelklier); 8: hypothalamus; 9: super chiasmatische kern; 10: kruising oogzenuwen (chiasma opticum).

Synchronisatie wil zeggen, dat de verschillende ritmen wat betreft fase en frekwentie precies op elkaar zijn afgestemd. Het duidelijkst ziet men dit in de hormoongevoeligheid en de hormoonproduktie van de bijnierschors. De hormoonproduktie is afhankelijk van een hormoon (ATCH) uit de hypofyse (hersenaanhangsel). De gevoeligheid van de bijnierschors voor ATCH is echter wisselend, ritmisch hier op aangepast.

De hypofyse wordt op zijn beurt weer beïnvloed door de hypothalamus, een gebied gelegen op de overgang van hersenstam en grote hersenen. Enkele hersenstrukturen blijken bij het regelmatig laten verlopen van ritmen een centrale rol te spelen. Bij lage dieren en vogels speelt de epifyse een grote rol, terwijl bij zoogdieren een gebied in de hypothalamus als belangrijkste regulerende orgaan gezien wordt.

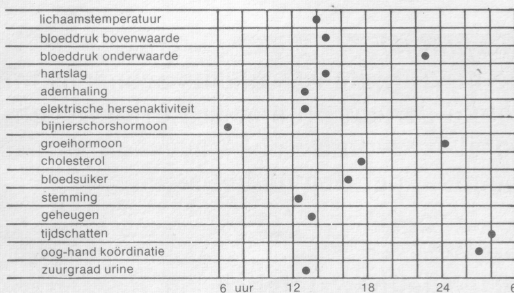
De epifyse

De epifyse of pijnappelklier is bij amfibieën en vogels direkt gevoelig voor licht en wordt daarom ook wel "kruinoog" of "derde oog' genoemd. Blindgemaakte vogels blijven dan ook gewoon ritmisch funktioneren. In weefselweken van de epifyse blijkt het hormoon melatonine in een cirkadiaan ritme geproduceerd te worden. Door direkte invloed van de afwisseling van dag en nacht wordt het ritme gesynchroniseerd tot 24 uur.

Met name bij vogels is de centrale rol van de epifyse aangetoond: verwijdering geeft ontregeling, terwijl transplantatie in de voorste oogkamer weer ritmiet veroorzaakt. Bij zoogdiren en de mens is de epifyse eveneens een orgaan met een synchroniserende funktie. Descartes noemde de epifyse zelfs "de zetel van de ziel". Ook bij zoogdieren en de mens is de licht-donker afwisseling via een omweg van invloed op de funktie van de epifyse. Onderzoek heeft aangetoond dat lichtprikkels via netvlies en hersenstam de epifyse bereiken. De hormoonproduktie heeft 's nachts pieken, zowel bij nachtdieren als bij dagdieren. Via hersenvloeistof en bloed worden de hypothalamus en hypofyse beïnvloed. Toch is de exakte funktie van dit orgaan bij de mens nog vrij duister.

De zetel van de biologische klok

Vooral bij zoogdieren wordt dit zenuwgebied in de hypothalamus beschouwd als het belangrijkste orgaan dat de ritmen regelt. Men noemt deze kernen dan ook wel de zetel van de biologische klok; ze heten de suprachiasmatische kernen. Deze kernen liggen net boven de kruising (chiasma) van de oogzenuwen en zijn direkt verbonden met het netvlies, zodat de synchronisatie met het licht-donker ritme kan plaatsvinden. Er zijn ook direkte verbindingen met diverse gebieden in de hypothalamus en met de pijnappelklier. Vanuit de hypothalamus worden vele belangrijke levensprocessen gestuurd, onder andere via de hypofyse. Eet- en drinkgedrag, seksueel gedrag, hormoonproduktie en regulatie van de lichaamstemperatuur vinden hun biologische basis in de hypothalamus.



Allerlei funkties in het menselijk lichaam verlopen ritmisch; ze bereiken op een bepaald moment van de dag hun maximale aktiviteit. Die staat hier voor een aantal funkties aangegeven.

Recente studies duiden erop dat er mogelijk meer regelende organen zouden kunnen bestaan. Het zal duidelijk zijn dat verder onderzoek deze "klokken" aan het licht moet brengen.

Maximale aktiviteit

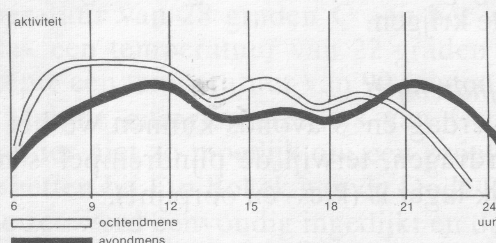
De diverse ritmen kunnen gesynchroniseerd worden weergegeven op een fase-kaart met daarop aangegeven het moment van grootste aktiviteit. Dat noemt men de akrofase en dat is de maximale waarde van een sinusvormige kurve.

Zowel fysiologische als psychologische funkties kunnen worden weergegeven. Deze fasekaart geeft slechts een beperkt aantal funkties weer. Het zal tevens duidelijk zijn dat de effektiviteit van het gedrag van meer faktoren afhankelijk is dan alleen de fase, waarin de mens verkeert. Ook aspekten als motivatie, verantwoordelijkheidsgevoel en lichamelijk welbevinden spelen een rol.

Ochtendmensen - avondmensen

Ons biologisch dagrimte van gemiddeld 25 uur wordt dus gesynchroniseerd tot 24 uur. Ochtendmensen en avondmensen, beiden elk 10% van de totale bevolking, zijn de uitersten van het gemiddelde. Ochtendmensen blijken een dagritme van 24,5 uur te hebben, terwijl avondmensen een ritme van 25,5 uur bezitten. Bij ochtendmensen is bijvoorbeeld de lichaamstemperatuur om 11 uur 's morgens maximaal; na 10 uur 's avonds zakt de temperatuur snel.

Bij avondmensen is de temperatuur pas om



De aktiviteit van het lichaam is bij ochtendmensen anders dan bij avondmensen. De eerste zijn in de morgen sneller op gang, de laatste bereiken 's avonds nog eens een aktiviteitspiek.

2 uur 's middags maximaal, terwijl hij pas na middernacht snel daalt. Dit ritmeverschil uit zich in het aktiviteitsritme. Reaktiesnelheid en waarzaamheid bijvoorbeeld zijn bij ochtendmensen eerder op een hoog niveau, terwijl de aktiviteit bij de groep avondmensen vooral ook 's avonds duidelijk naar voren komt.

De avondmensen hebben van nature een beter aanpassingsvermogen: ze moeten immers elke dag hun ritme van 25,5 uur bijstellen tot 24 uur. Ochtendmensen kunnen zich daarom slechter aanpassen aan ritmeverstoringen zoals ploegendienst en transatlantische vluchten, dan avondmensen.

Bioritmiek

Het door Swoboda en Fliess ontwikkelde systeem van bioritmiek heeft met de hier beschreven ritmen niets te maken. Voor het bestaan van een lichaamsritme (23 dagen), een gevoelsritme (20 dagen) en een intelligentieritme (33 dagen) op basis van geboortedata kunnen geen wetenschappelijke aanwijzingen worden aangevoerd.

Ritmeverstoringen

De bekendste voorbeelden van ritmeverstoring zijn ploegenarbeid en transatlantische vliegreizen. Men vindt hierbij een verstoring van de onderlinge relatie tussen de verschillende ritmen.



Werken in ploegendienst verstoort de ritmen van het lichaam. Het duurt drie weken voordat het lichaam zich helemaal aan een nieuw schema heeft aangepast. Daarom is een snellere verandering van dienstrooster onplezierig voor het lichaam. Foto NASA

Bij ploegendienst treedt onder andere een verstoord temperatuursschema op. Mensen die in ploegendienst werken zijn vaker ziek ten gevolge van slaapstoornissen, maag-darmproblemen en nerveuze klachten. Selekteren vooraf en uitproberen kunnen de individuele verschillen duidelijk maken en het ziekteverzuim terugbrengen.



De biologische klok wordt goed ontregeld door lange vliegreizen in oost-west richting. Men komt dan in een gebied met een groot tijdsverschil ten opzichte van de eigen omgeving. Niet iedereen heeft er even veel last van, maar niemand kan aan de gevolgen ontkomen. Foto Lockheed

Bij transatlantische vliegreizen gaat het om aanpassingsproblemen aan het nieuwe tijdschema. Het herstel kost tijd en is verschillend voor diverse ritmen. Het slaap-waakritme herstelt zich meestal na twee dagen, het temperatuursschema na vijf dagen, terwijl andere ritmen pas na acht dagen normaal worden. Verschijnselen als slaperigheid, prikkelbaarheid, stemmingswisselingen en snelle vermoeidheid zijn de uitingsvormen van dit aanpassingsprobleem. Diverse aandoeningen (vooral ziekten met koorts), maar ook langdurige stress-situaties zullen ongetwijfeld inwendige ritmeverstoringen kunnen veroorzaken. Misschien kunnen daarmee algemene malaise ("niet lekker voelen") en andere onduidelijke klachten worden verklaard. Bepaalde vormen van depressies worden toegeschreven aan een ontregeling van 24-uursritmen, waardoor de onderlinge ritme-relatie verstoord is.

Praktische gevolgen

Astma

Astma-aanvallen ziet men nogal eens 's nachts. Het bronchusweefsel is 's nachts gevoeliger voor samentrekking (onder invloed van histamine) dan overdag, terwijl de koncentratie van het bijnierschorshormoon in het bloed laag is. Middelen om de luchtwegen te verwijden moeten dus 's nachts aanwezig zijn. Prednison; een hormoon met een werking op het bijnierschorshormoon, geeft juist 's avonds een sterke remming van de natuurlijke hormoonproduktie van de bijnierschors. Prednison moet daarom 's avonds zo weinig mogelijk gegeven worden.

Leverfunktie

De leveraktiviteit is 's nachts minder. Het verwerken ("afbreken") van medikamenten èn alkohol verloopt dan trager. Dat is iets om rekening mee te houden.

Nierfunktie

De nierfunktie is 's nachts eveneens minder. Antibiotika gericht op nier- en urinewegen moeten vooral 's avonds (ook) gegeven worden en niet drie maal per dag na het eten.

Kanker

De celdelings-aktiviteit bij dagdieren (ook de mens) is maximaal overdag. Kankercellen hebben een eigen celdelingsritme (8 tot 20 uur) dat dus niet aan het ritme van het lichaam aangepast is. Onderzoek bij proefdieren heeft aangetoond dat de bijwerking van chemotherapie en straling (tegen kanker) beperkt kan worden, door de behandeling in de rustperiode van het organisme uit te voeren. Theoretisch kan men verwachten dat dit ook voor de mens van belang kan zijn.



Het lichaam van de vrouw vertoont een langdurig ritme, de eisprong-cyklus. In die cyklus heeft onder andere de lichaamstemperatuur een karakteristiek verloop. Dat blijkt bij dagelijks de temperatuur op te nemen, met een gewone thermometer of met de speciale thermometerklok van Rite Time, heel duidelijk. Foto Douglass Baton

Bloeddruk

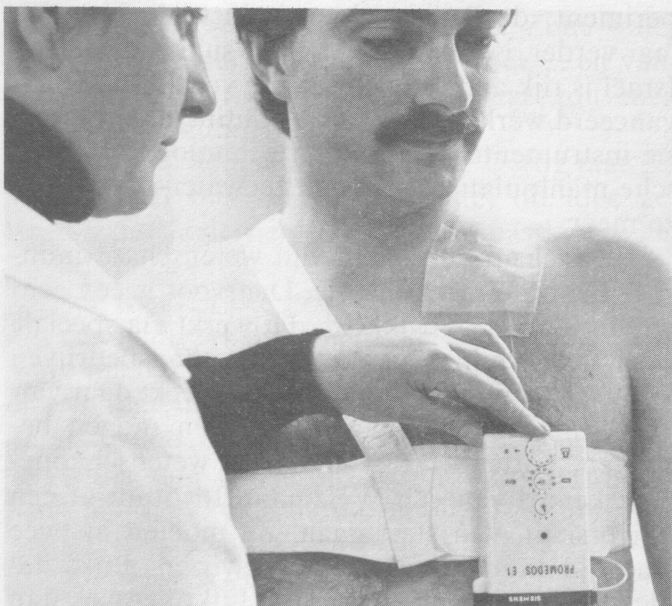
De bloeddruk zal 's avonds een fysiologische daling vertonen. Middelen om de bloeddruk te verlagen moeten bij voorkeur niet 's avonds gegeven worden om geen ongewenste effekten te krijgen.

Pijndrempel

Overdag en 's avonds kunnen we het beste pijn verdragen, terwijl de pijndrempel 's nachts duidelijk lager is (kies- en oorpijn!).

Vetstapeling

De vetophoping in het lichaam verloopt 's nachts effektiever door de invloed van bepaalde hormonen. Bij dieetadviezen kan men daarom





De insuline-behoefte wisselt door de dag, onder andere ten gevolge van ritmiet in het lichaam. Het insulinepompje is voor suikerziekte-patiënten daarom een uitkomst. Er kan helemaal naar behoefte insuline worden toegediend. Foto Siemens

Bij mensen die langdurig aan één stuk in licht of in donker verkeren, wordt het slaapritme totaal ontregeld. Dat is onder andere bekend van poolreizigers. Door kunstmatig een dag- en nachtverdeling aan te houden, kan men die ontregeling tegen gaan. Foto AIS

beter de nadruk op het ontbijt leggen dan op het vaak te overvloedige avondeten.

Insuline

De insuline behoefte van het lichaam verandert door de dag. Het insulinepompje is daarom een belangrijke ontwikkeling voor mensen met suikerziekte om aan de wisselende behoefte tegemoet te komen.

Inzicht in het funktoneren van onze biologische ritmen kan helpen ploegenarbeid minder vervelend te maken. We kunnen beter rekening houden met de gevolgen van vliegreizen over grote afstanden in de oost-west richting. Medicijnen kunnen verstandiger toegediend worden en we kunnen er ook ons eigen voordeel mee doen: beter geen alkohol laat op de avond en wie wil afvallen kan beter stevig ontbijten en zijn/haar avondeten beperken.



natuur nieuws

Paddestoelen kweken op afval

Een eetbare paddestoel die tegen een berg plantaardig afval groeit en dat nog heel goed doet ook. Dat is het resultaat van proeven die Australische onderzoekers hebben gedaan met een paddestoelensoort uit de heuvels aan de Chinese kant van de Himalaya. Ze noemen hem oesterpaddestoel; officieel heet hij Pleurotus sajor caju. Het plantaardige afval dat als voedingsbodem dient, wordt tot een vertikale kolom samengeperst. Tegen die kolom aan groeit de paddestoel. De Australische onderzoekers (van Chinese afkomst) waren afgelopen mei in China om over hun produkt te praten en ervaringen met Chinese kwekers uit te wisselen. Daarbij bleek dat de paddestoel al in een groot deel van China verbouwd wordt.

Superoud mineraal gevonden

In het westen van Australië, bij Mount Narryer, hebben geologen een gesteente aangetroffen waarin een rekord-oud mineraal zit. Het gaat om een zirkoonmineraal met sporen radio-aktief uranium. Dat uranium vervalt tot lood. Aangezien de snelheid waarmee dat gebeurt, bekend is, kan uit de verhouding van aanwezig uranium en lood berekend worden hoe lang dat vervallen al gaande is (meer over deze dateringstechniek is te vinden in Aarde&Kosmos 4/'82). Men kwam uit op een ouderdom van 4,1 à 4,2 miljard jaar. De oudste en tot nog toe bekende gesteenten op Aarde stammen van 3,8 miljard jaar geleden.

Lang heeft men gedacht dat er niets meer over zou zijn van de aardkorst van vóór 3,9 miljard jaar geleden. In die tijd ontstonden door inslaande grote brokken materiaal uit ons zonnestelsel de grote vlakten op de Maan. Ook de Aarde zal niet aan het meteorietenbombardement van toen zijn ontsnapt. De vondst in Australië wijst misschien op het tegendeel Misschien, weant de mineralen zitten in een gesteente dat pas later ontstond. Ze zijn verweringsprodukten van een ouder gesteente. Geologen van de Australische Nationale Universiteit zijn nu aan het zoeken naar dat oudere gesteente.

G.J.van Lonkhuyzen

Siso kode 670

Technologie in dienst van het geloof.

In Israël legt de orthodoxe godsdienst strenge regels aan het leven op. Die regels botsen met de gang van zaken in een moderne industrie-staat.

Hoogwaardige technologie blijkt de problemen te kunnen oplossen. De godsdienstige regels stimuleren de ontwikkeling van automatisering.

Het nieuwe industriële idee in Israël is begonnen aan Highway 128, even buiten de stad Boston in de Verenigde Staten. Daar zijn hoogtechnologische industrieën: vlakbij zijn het Massachussetts Institute of Technology (het wereldberoemde MIT) en de al even beroemde universiteit van Harvard gevestigd.

Israël, een klein land met een immense defensiebegroting en geen eigen bodemschatten, besloot een jaar of tien geleden het Amerikaanse voorbeeld over te nemen. Hoogtechnologische industrieën zouden de enige mogelijkheid voor het land zijn om aan de kost te komen. De eerste plek waar men het idee van Highway 128 volgde, was vlak buiten de terreinen van het Weizmann Instituut in Rehovot. Dat instituut gold en geldt als het beste en meest geavanceerde wetenschappelijk centrum van Israël. Het is geen universiteit in de strikte zin van het woord, want er is alleen plaats voor afgestudeerde studenten die verder willen gaan

Idee heeft sukses

Het Weizmann Instituut was bij uitstek geschikt om de leiding te nemen in het nieuwe experiment: de "wetenschaps-industrie". Nu, tien jaar verder, is het idee een groot sukses gebleken. Israël is rijk aan industrieën die verbluffend geavanceerd werk als dagelijkse routine doen: precisie-instrumenten, komputertechnologie, genetische manipulatie, maar ook zeewater-irrigatie en zo meer.

Israël produceert in zijn wetenschaps-industrie kennis en technologie. Daarvoor is een eenvoudig proces ontwikkeld, dat werkt via speciale vestigingsterreinen waar wetenschapsbedrijven kunnen worden opgericht. Men spreekt daar van "broedmachines". Op die terreinen mogen bedrijven, puttend uit de naburige wetenschappelijke kennis van een Weizmann Instituut of een universiteit, van start gaan. Ze moeten in twee jaar tijd hun bestaansrecht bewijzen. Lukt dat niet; jammer, maar opdoeken. Lukt het wel, dan moet men elders heen, om plaats te maken voor een nieuw bedrijf.

Deze manier van werken levert Israël goede exportmogelijkheden op, ook van kennis. Men neemt bijvoorbeeld wetenschappelijke onderzoeksopdrachten aan uit het buitenland. Dat kan want wetenschappelijke onderzoekers in Israël zijn door hun lagere salaris aanmerkelijk goedkoper dan bijvoorbeeld hun Amerikaanse kollega's. De wetenschapsindustrie heeft Israël geen windeieren gelegd. In 1976, toen het idee goed van de grond gekomen was, verdienden de wetenschapsbedrijven samen 350 miljoen dollar voor het land. In 1980 was dat één miljard dollar.

De meest uiteenlopende onderzoeken lopen er nu in opdracht; 640 onderzoekprogramma's in fundamenteel en in toegepast wetenschappelijk werk. Voor een klein land als Israël is dat een opvallend programma, temeer daar veel ervan niet direkt als exportartikel geschikt is, maar het doel heeft om het land beter bewoonbaar te maken voor de toekomst. Dat geldt dan met name de Negev-woestijn, die volgens elke Israëlische wetenschapper tenslotte een uitstekende woonplaats zal zijn voor een goed deel van de bevolking. Per slot beslaat de Negev 65% van het Israëlisch landoppervlak. De ontwikkeling om van Israël een prettiger land te maken om in te leven, heeft overigens tot een apart probleem geleid: de konfrontatie tussen godsdienst en wetenschap.

Halacha

Een van de maatschappelijke groepen in Israël met een zeer grote invloed op het dagelijks leven is het orthodox-religieuze deel van de bevolking. Het is om hen, dat in Israël alle restaurants bijna vanzelfsprekend kosher zijn. Wie na lunch of diner een kopje koffie bestelt, krijgt

zwarte koffie. Kosher wil onder andere zeggen dat men geen zuivelprodukten gebruikt binnen een half uur nadat men vlees heeft gegeten. Vis is geen vlees, dus in een visrestaurant geldt die regel niet en vandaar dat men in Israël ook "Vis- en zuivelrestaurant" kan zien staan op een uithangbord. Het hele komplex van regels zijn het strengst waar het de sabbath betreft, de zondagrust.

Daarin leek een geweldige botsing tussen belangen van orthodoxie en industrie onvermijdelijk. Immers, de moderne industrie is als regel een kontinu-bedrijf. Nu zegt de regel: Gij zult geen werk doen op de Sabbath. Volgens professor Low, president van het kollege voor technologie in Jeruzalem, is een meer juiste vertaling van deze wet: Gij zult geen scheppende arbeid doen op de Sabbath. Als gevolg van deze leefregel -zo is uit onderzoek gebleken- zal 24% van de Israëlische tv-kijkers zijn toestel niet aanzetten tussen vrijdagavond en zaterdagavond. Nu zal men in de Europese kultuur het aanzetten van een tv-toestel niet willen zien als "scheppende arbeid". Maar de Joodse wet is op dat punt principieel. Alle aktie waarbij iets tot stand komt wat er nog niet was, is scheppends. Zelfs het doven van vuur (bij brand) is scheppende arbeid en een brand blussen op de sabbath is dan ook verboden, tenzij er sprake is van direkt levensgevaar.

Automatisering biedt uitweg

Toch is er een oplossing. Men mag bijvoorbeeld wel een sprinkler-installatie aanzetten, zolang die maar niet gaat blussen. Maar een "op scherp" gezette sprinkler zal ook niets doen als er geen brand is. Komt er brand, dan zal het vuur de sprinkler aktiveren en kijk, de eigenaar van het bedreigde pand is vrij van zonde gebleven en heeft toch de brand doen blussen.

We zullen ons niet verdiepen in een oordeel over deze wetten in de Torah. Wat wel naar voren komt, is dat de nu in Israël opbloeiende wetenschaps-industrie een antwoord kan geven op veel beperkingen, die de religieuze wetten aan de moderne maatschappij opleggen. Dat betreft dan niet alleen de Torah, maar ook -bijvoorbeeld- de Tien Geboden. Eén van de opgaven voor de wetenschapsindustrie is de ontwikkeling van een technologie die zorgt dat (half)automatische installaties ook onbewaakt goed blijven werken.

Men mag geen vuur aanmaken op de sabbath. Maar wie een telefoontoestel opneemt op de sabbath, doet meer dan iets hanteren dat er al was. Hij is er ook de oorzaak van dat in centrales kontrolelampjes gaan branden en ook dat is volgens de wet een vuur. Dus is het nodig gebleken om telefooncentrales te bouwen die een signaleersysteem hebben van fluorescerende halfgeleiders. Dat is geen vuur. In Israël komen dan ook zogenaamde "sabbath-telefoons" voor, waarvan het gebruik tijdens de rustdag is toegestaan. Vuur dat brandt, mag best blijven branden, maar dat moet dan wel onderhoudsvrij gebeuren. Dat is wel belangrijk, want steeds meer komt het voor dat een industrie met een oven werkt waarin een temperatuur heerst van bijvoorbeeld 1200 graden celcius. Die oven doven, en na de sabbath weer opwarmen, is uitgesloten. Dat kost teveel tijd en teveel geld. Maar de oven tijdens de sabbath laten doorwerken is in strijd met de wet, omdat hij voortdurend blijft produceren. Er wordt scheppende arbeid verricht en er is menselijke bediening of bewaking bij. Daarom wil men bij zo'n fabriek een extra installatie bouwen, die tijdens de rustdag wordt bijgeschakeld. In deze installatie wordt het produkt dat met de oven wordt gemaakt, afgekoeld en teruggezonden naar de smeltkroes. Die lus-procedure kan het hele weekeinde blijven doordraaien (want natuurlijk wel geld kost), zonder dat er tenslotte iets blijvends geproduceerd is en zonder dat er bewaking bij was.

Nuttige neveneffekten

Het is één van de redenen dat men in Israël grote belangstelling heeft voor de ontwikkeling van komputersturingen in alle mogelijke takken van bedrijvigheid. Een land dat gebrek aan water heeft, vindt de druppel-irrigatie uit: een simpel stelsel van plastic pijpen langs de planten, waaruit elke sekonde een druppel water per plant wordt geleverd. Een land dat leeft onder de bepalingen van de Halacha, koppelt die druppelirrigatie aan een stuurkomputer. En wie dan toch zo'n rekenapparaat heeft staan, kan de komputer tegelijk programmeren voor de dosering van vloeibare mest en voor het zelf-reinigen van de filters. Dat is dan iets nieuws, een export-artikel. Oosterbuur Jordanië was de eerste klant.



De telefoon die op de sabbath mag worden gebruikt. Niet alleen werkt hij volautomatisch, er gaan zelfs geen (gloei)lampjes branden op de bedieningspanelen in de centrale.

Diepvriesbaby

Als zich geen onverwachte problemen hebben voorgedaan of nog voordoen, zal in oktober of november in Australië de eerste diepvriesbaby geboren worden. Echt diepvries is het trouwens niet. Het gaat om een zogeheten reageerbuisbaby, waarvan de bevruchte eicel enige tijd in diepvries is bewaard.

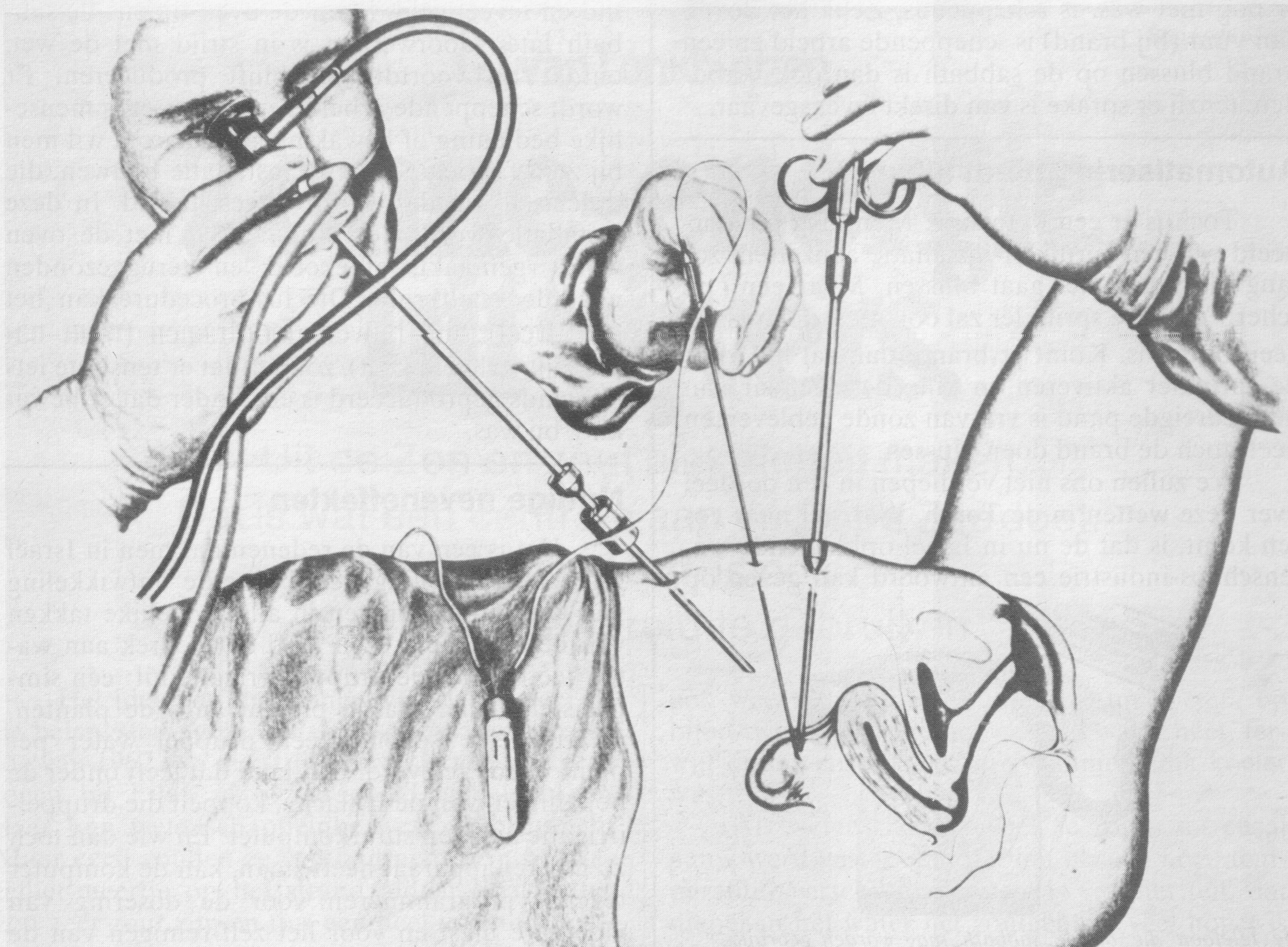
Zoals bekend zal zijn, verstaat men onder een reageerbuisbaby een baby die ontstaan is uit een eicel die buiten het lichaam van de moeder is bevrucht. Deze techniek, die inmiddels al meer dan honderd zwangerschappen heeft opgeleverd, wordt toegepast bij vrouwen wier eileiders verstopt zijn. Daardoor kunnen eitjes niet in de baarmoeder komen.

Eitjes zitten aan de eierstok, waar ze rijp worden. Daarna laten ze los (de zogeheten eisprong) en komen via een soort trechtertje in de eileider, waarna ze door het mannelijk zaad bevrucht kunnen worden. Wanneer de eileiders verstopt zijn, kunnen de eitjes dus niet verder. Voor het ,,maken'' van een reageerbuisbaby worden enkele eitjes van de eierstokken geplukt. Dat doet men met een pijpje dat door de buikwand naar binnen wordt gestoken.

De eitjes worden dan in het laboratorium op een schaaltje met zaad in kontakt gebracht en zo bevrucht. Vervolgens worden de eitjes na een dag of zo in de baarmoeder gebracht. Meestal bewaart men een deel van de eitjes; die worden ingevroren. Als één van de ingeplante eitjes ,,aanslaat'', komt het tot een gewone zwangerschap. Er zijn zo ook al ,,tweelingen'' gemaakt.

De vrouw om wie het nu in Australië gaat, liet vorig jaar de genoemde techniek op zich toepassen. Er werden vier eitjes geplukt en bevrucht. Drie werden na twee dagen weer ingeplant, één ingevroren. Na acht weken trad er een miskraam op. Vier maanden na de oorspronkelijke ingreep vroeg het echtpaar om het ingevroren eitje in te planten; dat werd gedaan en kennelijk met sukses.

Ook in ons land is een diepvriesbaby in de maak. Afgelopen juni werd in het Dijkzigtziekenhuis in Rotterdam een bevroren eitje ingeplant.



Zo worden eitjes van de eierstokken gehaald voor het ,,maken'' van een reageerbuisbaby. Via het linkerbuisje, een laproskoop, kan de gynaekoloog zien wat hij doet. Met het middelste buisje worden de eitjes op gepikt die met het rechter pijpje worden losgemaakt. Foto Monash University/AIS.

Laatste nieuws: er komt voorlopig geen diepvriesbaby. De zwangerschap eindigde afgelopen juli in een miskraam. Nadat het vruchtvlies gebroken was, trad een fatale infektie op.

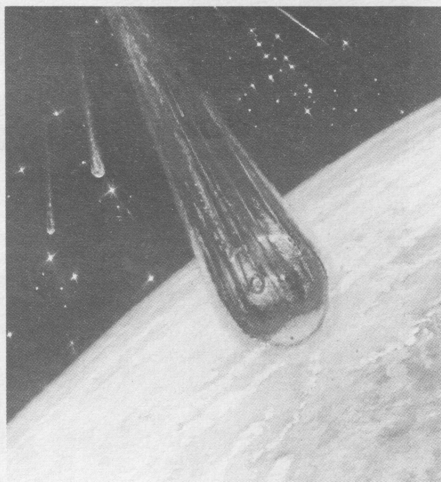
Ons leven buitenaards.

Huub Eggen
Siso kode 574

Hoe ontstond het leven op Aarde? Niemand weet daar (nog) een antwoord op. Sommige onderzoekers denken zelfs dat we het antwoord wel nooit te weten zullen komen. Wel valt te beredeneren dat het ontstaan van leven een bijzondere gebeurtenis is geweest. Volgens een opvatting die terrein wint, is die gebeurtenis volgens kansrekening zelfs uiterst onwaarschijnlijk geweest. Nu is een vreselijk kleine kans toch nog altijd een kans; het leven kan daarom best op onze planeet zelf zijn ontstaan. Er beginnen echter twee soorten ideeën meer aanhang te krijgen.

Het eerste idee stelt dat ons leven wel op Aarde ontstond, maar dat het hulp gehad moet hebben van de ''levenloze faktoren'' op Aarde (water, lucht, temperatuur, gesteenten), waarbij die faktoren als het ware een aktieve rol speelden. Dat idee vinden we in de Gaiahypothese (zie ook Aarde & Kosmos 1/1982). De konsekwentie van dit idee zou zijn dat een planeet die meer of minder geschikt is voor leven, ook daadwerkelijk leven ontwikkelt. Leven zou in die opvatting ook elders gemakkelijk kunnen ontstaan.

Het tweede idee stelt dat leven wel langs scheikundige weg tot stand kan komen, maar dat daar meer tijd voor nodig is dan de rond vier miljard jaar die het aardoppervlak geschikt is geweest om leven te herbergen. Nu zijn elders planeten denkbaar rond sterren die veel ouder zijn dan onze Zon en waarop veel meer tijd voor het ontstaan van leven beschikbaar was. Daardoor stijgt dan ook de kans dat het zich ook echt ontwikkelt. Bovendien zouden omstandigheden elders gunstiger geweest kunnen zijn dan bij ons. Het leven op Aarde is in deze visie afkomstig van elders. Dat noemt men panspermie (''kosmische bevruchting'') en het idee stamt al uit het begin van deze eeuw (Svante Arrhenius). Van panspermie is een aantal varianten denkbaar, van bevruchting door eenvoudige essentiële scheikundige verbindingen als aminozuren (bijvoorbeeld geopperd door Fred Hoyle) tot aan het overplanten van alle vroegere en huidige soorten planten en dieren door buitenaardse beschavingen.



Ontstond het leven op onze planeet doordat een buitenaardse beschaving ons met bakteriën besmette? Crick vindt dit idee beter te verdedigen dan de stelling dat het leven op Aarde zelf ontstond. Illustratie A. Sokolov

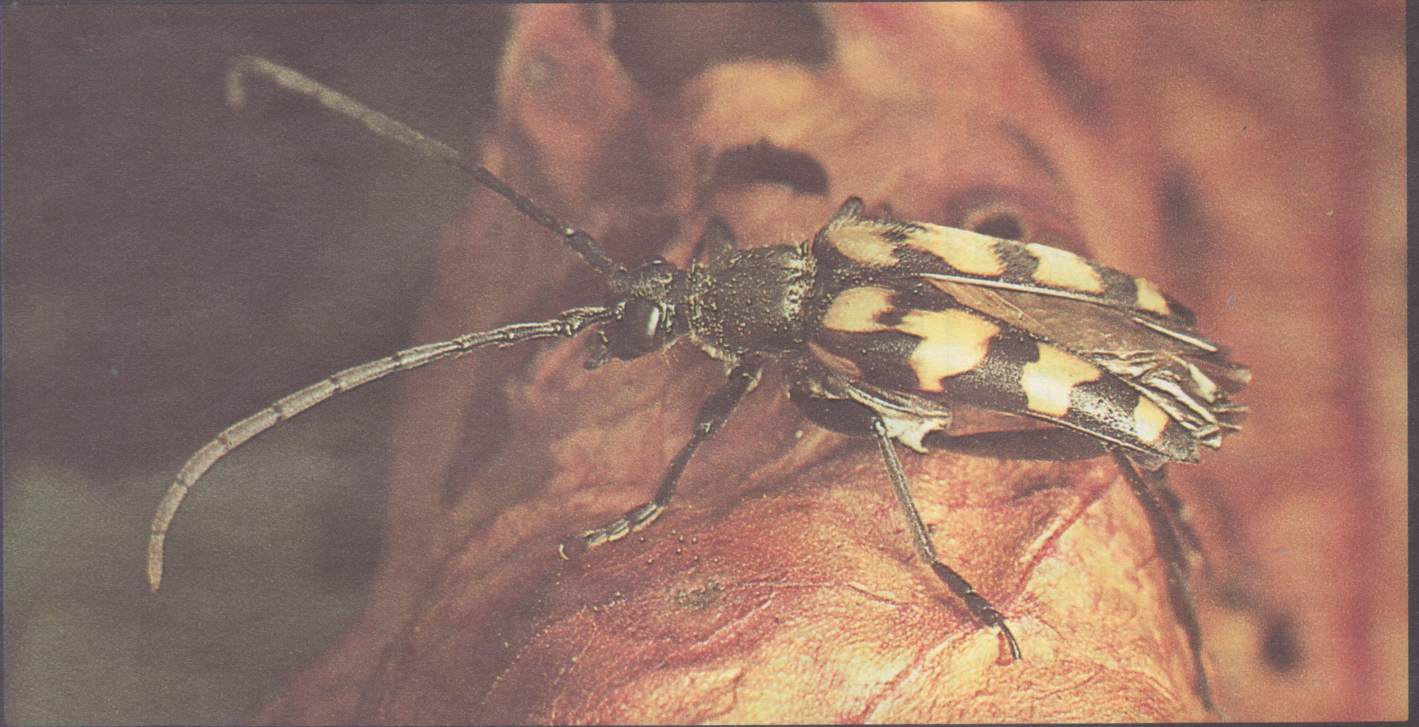
Onder de voorstanders van een versie van de panspermie vinden we sinds enkele jaren de biochemikus Francis Crick, die samen met James Watson in de jaren '50 de struktuur van het DNA ontrafelde. Ze kregen er de Nobelprijs voor. Crick lanceerde enkele jaren geleden samen met zijn kollega Leslie Orgel de theorie van de Gerichte Panspermie. Daar schreef hij verleden jaar een boekje over dat onlangs in de Nederlandse vertaling verscheen.

Crick vindt de kans dat ons leven zich hier op Aarde ontwikkelde, bijzonder onwaarschijnlijk. Leven noemt hij strukturen die zich kunnen reproduceren en daarbij een kode hebben ontwikkeld waarmee hun informatie wordt doorgegeven en waarmee ook het ontwikkelen van veranderingen (zeg evolutie) mogelijk is. Als grote specialist op het terrein van de genetische kode (vastgelegd in het DNA en gekopieerd met behulp van het RNA) beschrijft hij aan welke reeks voorwaarden allemaal voldaan moet worden om uit de simpele scheikundige verbindingen die op de oer-Aarde aanwezig geweest moeten zijn , de miljoenen bestanddelen tellende DNA- en RNA-molekulen te kunnen laten ontstaan. De kans dat zoiets spontaan lukt, schat hij 1 op de 50 miljard x miljard x miljard. Dat is een onvoorstelbaar groot getal. Er moeten wel heel bijzondere omstandigheden of een onbeschrijfelijke portie geluk gespeeld hebben, om zoiets tot stand te laten komen, hoewel het zou kunnen, zegt Crick. Hij vindt het echter gemakkelijker voorstelbaar dat elders in het heelal in veel gunstiger omstandigheden zoiets eerder lukte. Wanneer daaruit een hoogtechnologische intelligentie groeide, die op een zeker moment de ruimte om zich heen begon te veroveren, dan zal zo'n beschaving zijn gaan nadenken over de beste manier om andere werelden te gaan koloniseren en om zichzelf, na de natuurlijke ondergang van de eigen planeet, te laten voortbestaan.

Crick voert dan een aantal technische en wetenschappelijke redenen aan voor de stelling dat zo'n beschaving met koloniseren meer kans van slagen gehad moet hebben door mikro-organismen (zeg bakteriën) naar andere sterren (en hun planeetstelsels) te sturen dan door zelf te gaan. De Aarde zou dan zo'n 4 miljard jaar geleden (of in de paar honderd miljoen jaar daar na) ''besmet'' zijn met bakteriën. Dat bakteriën gebruikt zouden zijn, zou ook eenvoudiger kunnen verklaren waarom alle levensvormen op Aarde dezelfde genetische kode gebruiken. De al ontwikkelde levensvorm die bij ons werd gebracht, zou het oer-organisme voor de evolutie op Aarde geweest moeten zijn. Wanneer leven hier ontstaan was, zou door een selektiemechanisme die gelijke genetische kode ontstaan moeten zijn en dat zou normaal gesproken ontzettend veel tijd in beslag genomen moeten hebben. Met de huidige stand van onze wetenschap is het idee van de Gerichte Panspermie niet te toetsen, zegt Crick en dat maakt het praten erover niet eenvoudiger.

''Mijn theorie komt waarschijnlijk veel te vroeg, maar het heeft wel alle zin er al over na te denken'', aldus Crick die in zijn boekje ook aangeeft welke kritiek allemaal op zijn theorie geleverd kan worden, waar de zwakke punten van zijn opvatting liggen en welke kritiek op zijn beurt ook zwak is. Crick's boekje is niet altijd even overtuigend, maar het sterke ervan is dat hij zelf aangeeft waarom zijn verhaal soms gebrekkig is. Als stof tot nadenken is het daarom des te boeiender.

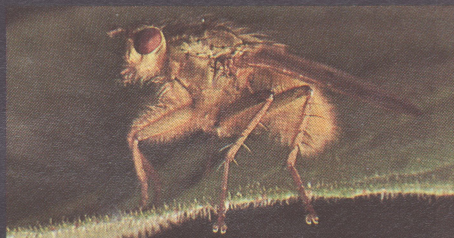
De oorsprong van het leven op aarde, Francis Crick, uitg. Bert Bakker, Amsterdam, 1983, 176 pagina's, prijs 27,50. ISBN 90 6019 930 8.















Siso kode 597.8/761.4/765.3

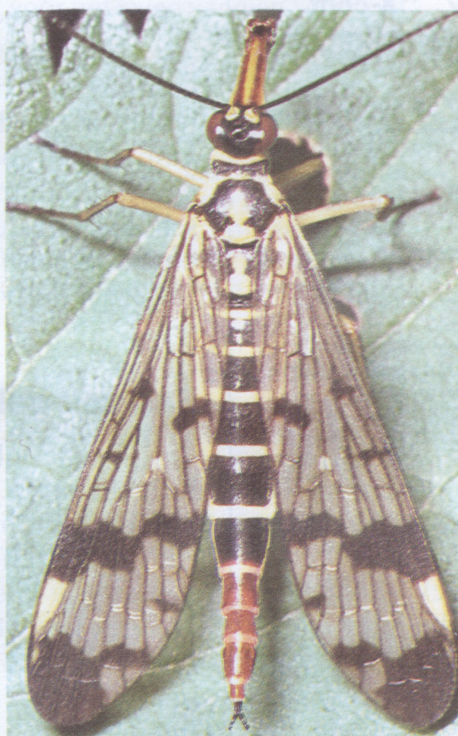
Steven W. Fijnvandraat

Insekten op groot formaat.

Het fotograferen van insekten stelt meer eisen aan de fotograaf dan aan zijn apparatuur. Met een flinke dosis geduld, enige vindingrijkheid en een doelbewuste beperking van onze foto-appparatuur komen we het verst.

De kleinbeeld spiegelreflexkamera heeft in de laatste jaren een stormachtige ontwikkeling doorgemaakt. In het verleden waren de fotoamateurs een beetje huiverig om een dergelijk duur toestel te kopen. Dat was vooral vanwege de ingewikkelde konstruktie en de moeilijkheden die zich in het begin met de spleetsluiter voordeden.

Nu echter de vele mogelijkheden van de reflexkamera door de liefhebbers zijn ontdekt, wordt door de kamera-producenten steeds meer ingespeeld op de verlangens van het fotograferend publiek. Tegenwoordig kunnen we kiezen uit een geweldige hoeveelheid kameramerken. Iedere amateurfotograaf met bepaalde aspiraties op zijn hobbygebied kan nu een geschikte kamera aanschaffen, ook al omdat de prijzen ten opzichte van vroeger omlaag zijn gegaan. De mogelijkheden van een reflexkamera zijn zeer uitgebreid, maar daarmee beginnen bij de meeste foto-amateurs weer nieuwe moeilijkheden. Wat doe je met zo'n kamera en welke hulpmiddelen moeten aangeschaft worden?

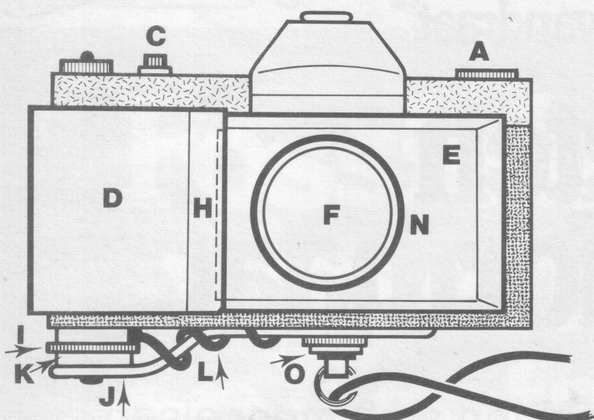


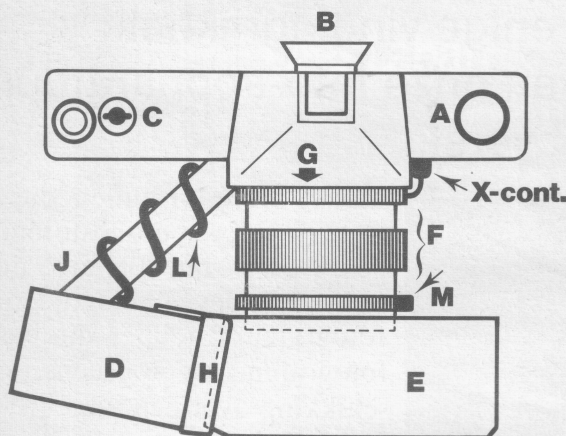
Boekenkennis of zelf doen?

Amateurfotografen die hun kennis proberen te vergaren uit boeken kunnen momenteel kiezen uit een ongelofelijke hoeveelheid informatie. Meestal zullen die boekwerken door beroepsfotografen geschreven zijn. Behalve de benodigde hoeveelheid tijd om te fotograferen, hebben die beroepsfotografen ook nog eens de beschikking over een uitgebreide foto-uitrusting. Het resultaat is daar dan ook naar. Wanneer je bijvoorbeeld een boek over natuurfotografie openslaat, dan vind je daar de meest fantastische opnamen. Vaak konkluderen we dan maar dat dergelijke resultaten niet voor ons zijn weggelegd vanwege onze "simpele" apparatuur. Hierdoor ontnemen we onszelf echter alleen maar een dosis enthousiasme voor een prachtige hobby. Er is namelijk een andere mogelijkheid. Van de vele takken van de fotografie waarvoor de reflexkamera bruikbaar is, zal er zeker één zijn die onze speciale voorkeur heeft. Door de apparatuur nu voor een groot deel te beperken en hoofdzakelijk af te stemmen op dat voorkeursgebied van de fotografie, is het mogelijk om opnamen te maken die kunnen wedijveren met de plaatjes in de boeken. De volgende twee woorden zijn dan echter wel heel belangrijk: zelf doen!

Makrofotografie

Om een voorbeeld te geven volgt hier een uitleg van mijn persoonlijke aanpak van de ma-



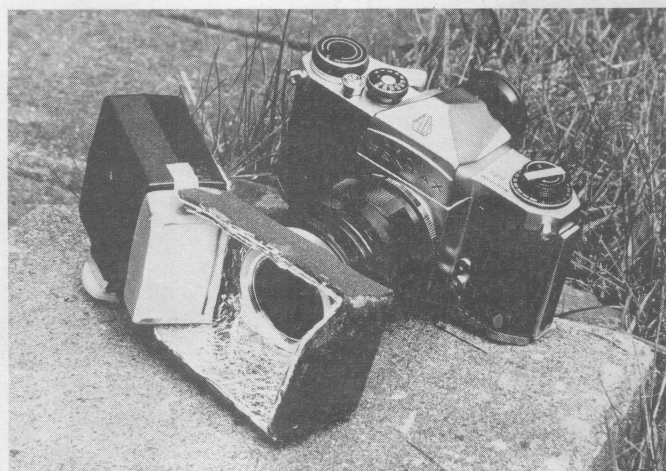


A: Kamera
B: Zoeker
C: Ontspanner
D: Flitsapparaat
E: Reflektiekapje
F: Lens
G: Omkeerring
H: Luciferdoosje op flitsvenster
I: Vastzetschroef voor flitser
J: Flitsbeugel
K: Schoentje flitsbeugel
L: Flitskabel naar X-kontakt
M: Diafragma-schuifje
N: Extra bevestigingsring
O: Flitsbeugel-bevestiging met polskoord

krofotografie; daarbij ligt de nadruk op het fotograferen van levende insekten in het vrije veld. Het verblijf in de vrije natuur, gekombineerd met het geweldloos "jagen" op al dat snorrende en zoemende leven op de grond, tussen het gras en op de bladeren en takken van bomen en planten, boeit mij mateloos.

Om tot goede resultaten te komen heb ik de hoeveelheid opname-apparatuur beperkt gehouden. Hierdoor is het mogelijk geworden om steeds met dezelfde kamera-instelling te werken. Bij het fotograferen van insekten is dat zeker aan te bevelen, omdat we ons dan pas goed kunnen koncentreren op de "jacht".

Het merendeel van onze "fotomodellen" zullen we laag bij de grond ontdekken. Hierdoor is het vaak nodig om door de knieën te gaan of zelfs languit in het gras te gaan liggen. Behalve de opname-apparatuur hebben we daarom nog twee dingen nodig: een goede lichamelijke konditie en een geweldige hoeveelheid geduld.



In principe is elke reflexkamera geschikt voor makrofotografie. We maken bij het fotograferen gebruik van flitslicht, waarbij de flitser vlak naast de lens geplaatst wordt. Het is daarom nodig dat de flitser via een flitskabeltje op de kamera aangesloten kan worden. Bij een kamera met alleen een middenkontakt kan hierin een geschikt verloopstukje worden geschoven.

Mijn foto-uitrusting voor het fotograferen van insekten bestaat uit een Pentax S1a. Het objektief is met behulp van een omkeerring op het kamerahuis bevestigd. Het diafragma kan via een hefboompje met de hand worden dichtgeschoven. In de statiefaansluiting van de kamera plaats ik een flitsstrip met op het eind een klein flitsertje, dat vlak naast het objektief komt te zitten.

Een zelf gebouwde ringflitser

Op het objektief van de kamera heb ik een reflektiekapje gemonteerd waardoor er een soort imitatie-ringflitser ontstaat. Zo'n reflektiekapje is eenvoudig zelf te maken. We hebben een kartonnen doosje nodig van ongeveer 9 bij 7 bij 5 centimeter. Hiervan verwijderen we de deksel. In de bodem maken we een rond gat ter grootte van de schroefdraad- of bajonetvatting van het objektief.

We kunnen een smalle tussenring op het objektief plaatsen die dan dient als zonnekap. Het reflektiekapje bevestigen we nu op deze tussenring. In mijn geval wordt het kapje door het opschroeven van nog een tussenring vastgezet. We knippen nu van het doosje de zijkant weg aan de kant van de flitser. Het kapje beplakken we aan de binnenkant met aluminiumfolie en aan de buitenkant (het oog wil tenslotte ook wat) met groene stof of plastic.

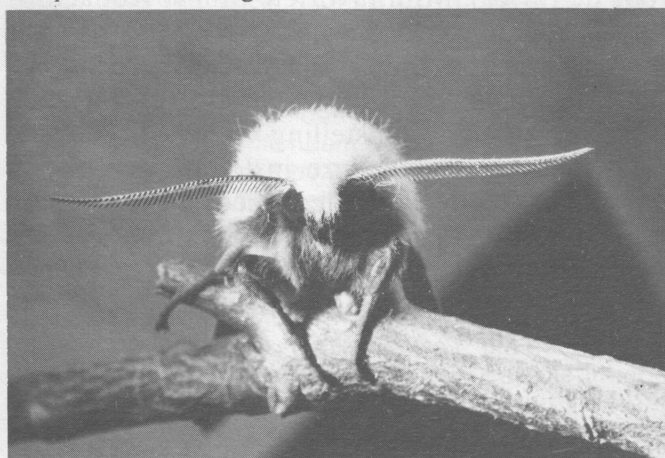
De elektronenflitser die we gaan gebruiken, moet klein zijn en hoeft geen hoog richtgetal te hebben. Mijn eigen flitsertje heeft een richtgetal van 12 bij 25 ASA. Omdat de opname-afstand zo

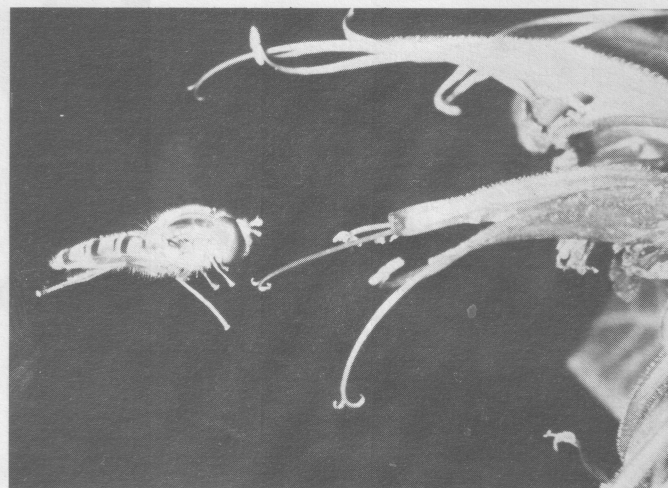
klein is (ongeveer 10 centimeter!), zullen we met zo'n flitsertje eerder teveel licht hebben dan te weinig. We zullen een erg korte flitsduur gebruiken (rond éénduizendste sekonde); dat komt goed van pas bij onze beweeglijke onderwerpen. Om geen overbelichte foto's of dia's te krijgen moeten we vaak het licht nog wat afzwakken. Aangezien we steeds van dezelfde afstand flitsen, kunnen we met een aantal proefopnames vaststellen of dat nodig is. Voor het regelen van de hoeveelheid licht maak ik gebruik van een lucifersdoosje, dat precies over het lichtvenster van het flitsertje past. Op een klein randje na heb ik de bodem uit dit doosje verwijderd. In het doosje stop ik nu een of twee lapjes witte stof, al naar gelang de verzwakking die nodig is. Het doosje zet ik met tape op de flitser vast.

Een belangrijk punt is dat de flitser precies midden naast het objektief moet zitten. In sommige gevallen zal het nodig zijn om de flitsstrip wat te verbuigen. Verder is het van belang dat de flitser goed vastzit op de flitsstrip, omdat de kamera in alle standen gebruikt moet kunnen worden. Het zou vervelend zijn als de flitser steeds uit het schoentje tuimelt. Om de kamera niet uit de handen te laten vallen, bevestigen we er nog een polskoord aan, waarna we klaar zijn om te gaan fotograferen. Met de genoemde kombinatie fotografeer ik al jarenlang insekten en de resultaten zijn beter dan ik ooit had verwacht. Het is mij duidelijk geworden dat het kiezen van een bepaalde opname-techniek, waarbij steeds gezelfde handeling verricht moet worden, een bepalende faktor is voor het maken van goede opnamen.

Ervaringen uit de praktijk

Hoewel het soms een nadeel is om met een vaste kamera-instelling te werken, heeft deze methode het voordeel van een grote mobiliteit. De kamera kan overal mee naar toe genomen worden. Hierdoor kan ongehinderd naar foto-onderwerpen worden gezocht.



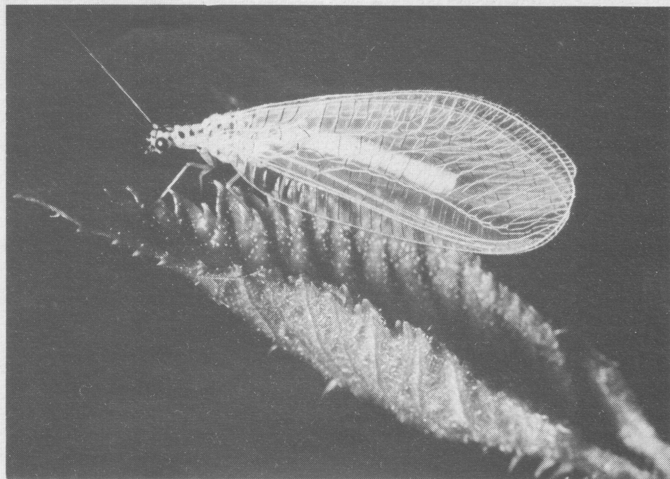




Het is zinvol om de kleding wat aan te passen. Het zondagse pak kunnen we beter thuislaten en kledingsstukken die wat kleur betreft sterk verschillen van het landschap moeten worden afgeraden. Ook de schoenen zijn belangrijk. De zolen moeten niet te glad zijn; we zouden anders soms letterlijk van de wal in de sloot kunnen geraken.

Behalve de kamera nemen we een schaartje, een oogloep, eventueel wat muggenolie, extra films en vooral extra batterijen mee. De batterijen zijn heel belangrijk, want als de flitser het af laat weten, kunnen we stoppen met fotograferen. Een groot voordeel van het fotograferen van insekten is dat het jachtterrein zeer groot is. Overal zijn wel insekten te vinden en we hoeven vaak niet eens ver van huis. De eigen tuin kan al talloze onderwerpen opleveren. Voor het fotograferen van insekten moet het bij voorkeur een warme dag zijn met weinig of geen wind. Vaak zal de wind een spelbreker zijn. Als het te hard waait kunnen we het fotograferen van insekten in de regel wel vergeten. Alleen wanneer de beestjes op een vaste ondergrond zitten (boom of muur), kunnen we bij veel wind soms nog wel fotograferen.

Het benaderen van een insekt is werkelijk een inspannende bezigheid. Iedere beweging





moet voorzichtig en weloverwogen zijn. Bij zonnig weer moeten we ervoor zorgen dat onze schaduw niet over het insekt heenvalt. Door steeds heel voorzichtig de insekten te benaderen, zullen we ervaring opdoen en op den duur weten we welke beestjes zich gemakkelijk of moeilijk laten benaderen. Zelfs insekten met een scherp gezichtsvermogen kunnen uiteindelijk van nabij gefotografeerd worden.

Vaak kunnen we handig gebruik maken van wat eigenschappen van insekten. Vrijwel ieder insekt laat zich wat gemakkelijker benaderen wanneer het aan het eten is. Een andere mogelijkheid is om in de avonduren te gaan fotograferen, wanneer voor veel insekten de rustperiode begint. Vooral libellen en waterjuffers zullen zich 's avonds, wanneer het wat begint af te koelen, veel gemakkelijker laten fotograferen.

De eerste opnamen

Een sprinkhaan tussen het gras is een dankbaar objekt om mee te beginnen. We lopen achter het diertje aan en volgen het op de „voet". Door goed te kijken waar de sprinkhaan na de sprong weer neerstrijkt, kunnen we steeds dichterbij komen. Liggend in het gras benaderen we het beestje, waarbij we steeds door de zoeker van de kamera kijken. Zodra het beeld in de zoeker scherp is, kunnen we op de ontspanknop drukken. We stellen nu dus niet scherp door aan het objektief te draaien, maar door de afstand te variëren.

Het is belangrijk om de geringe scherptediepte die we bij zo'n kleine opname-afstand hebben, zo goed mogelijk te gebruiken. Wanneer we de sprinkhaan vanaf de zijkant fotograferen, profiteren we optimaal van de scherpte-diepte. Hebben we wat meer ervaring opgedaan, dan kunnen we het beestje ook eens recht van voren fotograferen. Storende grashalmen of andere elementen knippen we voorzichtig weg met het meegenomen schaartje of met een nageltangetje dat voor dit doel ook bijzonder bruikbaar is. Bij het scherpstellen kunnen we twee technieken toepassen. Bij het gebruik van een speciaal makro-objektief zal de diafragma-automatiek nog werken. We stellen dan scherp bij volle diafragma-opening. Werkt het diafragma niet meer automatisch, dan kunnen we meestal het beste scherpstellen bij gesloten diafragma. Hoewel het zoekerbeeld dan vrij donker is, zal dit zeker voor de beginner de beste methode zijn. Later is het dan mogelijk om ook bij geopend diafragma scherp te stellen en vlak voor de opname het diafragma met de hand te sluiten. Op den duur zal dit een automatisme worden en ook tot goede resultaten leiden. De volgorde van handelen voor een opname is dan:

1. film transporteren en sluiter spannen;
2. flitser aanzetten en wachten tot het kontrolelampje brandt;
3. scherpstellen door benadering;
4. diafragma sluiten (indien nodig) en afdrukken.

Het is zinvol om een proeffilm vol te maken onder verschillende omstandigheden (in de zon en in de schaduw, met en zonder witte lapjes voor de flitser). Mijn favoriete film is Kodachrome 25 voor kleuren-dia's. Het is nuttig om, ter vergelijking, ook andere films te proberen. Door van alle opnames de gegevens op te schrijven, kunnen we de beste instelling vinden. In het vervolg houden we dan deze instelling aan en we zullen zien dat de resultaten steeds beter worden. Na een hele dag jagen in de vrije natuur, kunnen we dan, als de dia's klaar zijn, voor een tweede keer van al dat moois genieten.

Alle foto's S.W. Fijnvandraat

Siso kode 572.1/599.4

Tussen ei en kip.

Dr.J.J.Willemse

Wanneer wij jong zijn, wordt soms met een schouderklopje gezegd dat we een echte timmerman of schoolmeester ''in de dop'' zijn. Die dop komt dan alleen maar in figuurlijke zin om de hoek kijken. Vogels maken echter letterlijk een deel van hun jonge leven in de dop door. Wat zich in die dop afspeelt, kunnen we de eerste paar dagen via een mikroskoop goed volgen.

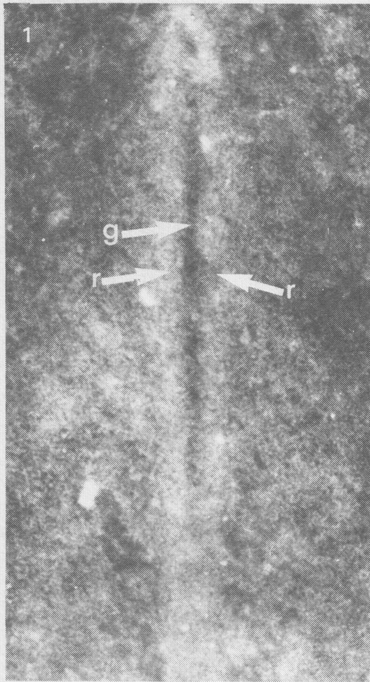
In het artikel over de schol, van ei tot vis onder de mikroskoop (Aarde & Kosmos 2/1983), hebben we al eens kennis gemaakt met embryonale ontwikkelingsstadia van een gewerveld dier. In de groep van de gewervelde dieren worden bijeengebracht alle vissen, amfibiën, reptielen, vogels en zoogdieren. Al die dieren hebben in hun vroege ontwikkeling duidelijke overeenkomsten in de fasen die zij doorlopen en in de opeenvolging van die fasen. Aan de andere kant zijn er ook duidelijke verschillen. Die verschillen vinden voor een deel hun oorsprong in de hoeveelheid reservevoedsel (ook wel dooiersubstantie genoemd) die in de eicel ligt opgeslagen. Bij de schol-eieren, die een vrij grote hoeveelheid dooier bevatten, hebben we gezien dat er een duidelijke scheiding is tussen een dooierrijk deel van de eicel en een betrekkelijk klein, dooierarm schijfje. Uit dit schijfje vormt zich het eigenlijke embryo, terwijl het dooierrijke deel tamelijk passief blijft.

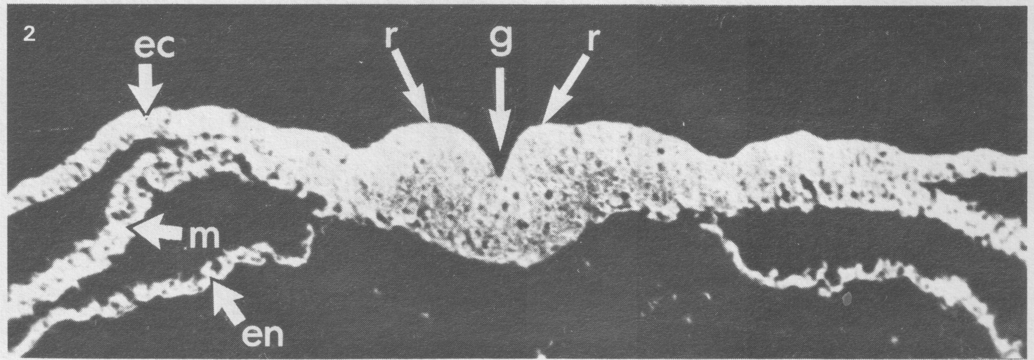
Bij vogeleieren hebben wij een dergelijke situatie; alleen is de dooierhoeveelheid nog veel groter en het dooierarme deel nog veel kleiner. Wat wij gewend zijn de "dooier" of het "geel" van het kippe-ei te noemen, is in feite één uitzonderlijk grote eicel. Het overgrote deel daarvan is inderdaad een vrij passieve, ingebouwde hoeveelheid reservevoedsel, gewoon dooier dus. Dat die hoeveelheid zo groot is, behoeft ons niet te verwonderen. De hele periode van drie weken, dat het ei bebroed wordt, moet het embryo en, later, het kuiken in de dop op dit reservevoedsel teren. Door de aanwezigheid van de schaal is uiteraard geen enkele voedselaanvoer van buitenaf denkbaar.

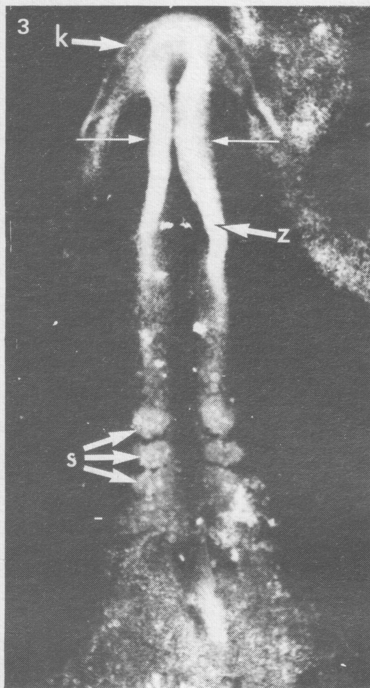
Het allereerste begin

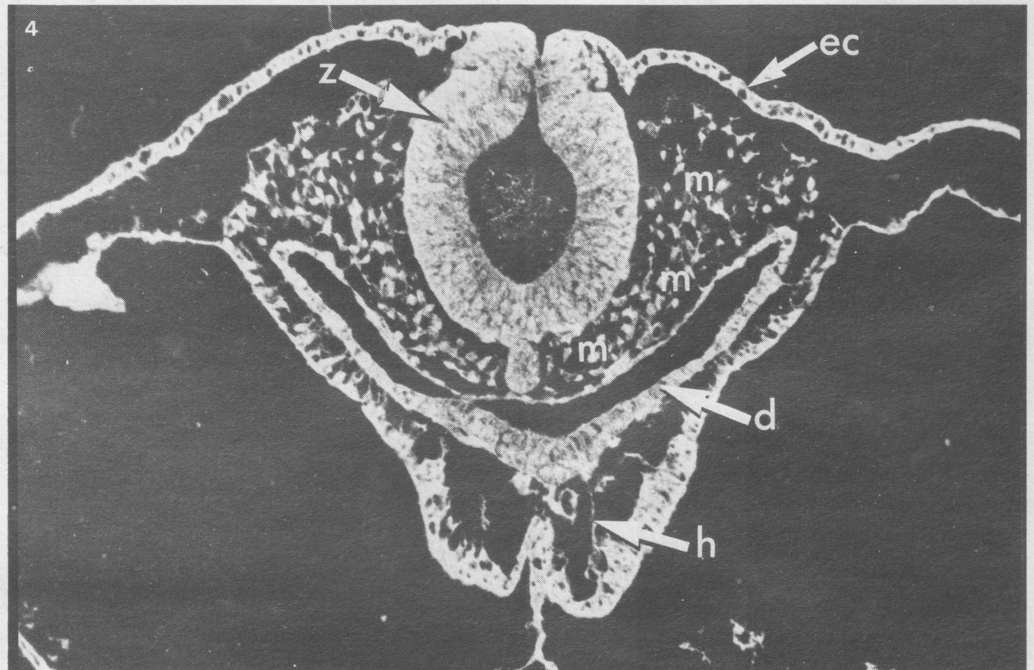
Ook bij het kippe-ei vinden we een aktief, dooierarm schijfje waarin zich de belangrijkste ontwikkelingsprocessen gaan afspelen. Dit kiemschijfje is een rond witachtig plekje, van ongeveer 3 millimeter in doorsnede, dat als het ware tegen de grote oranje-gele dooiermassa aangeplakt zit. Door de gewichtsverdeling binnen de hele eicel zal die dooiermassa zich altijd binnen het omhullende wit en schaal zó draaien, dat de kiemschijf boven komt te liggen.

De laag eiwit en de gedeeltelijk vliezige, gedeeltelijk kalkachtige schaal worden in de eileider van de kip om de eicel afgezet. Voordat dit gebeurt, moet de eicel bevrucht zijn, want daarna is er voor het sperma natuurlijk geen mogelijkheid meer om de eicel te bereiken. Doordat tijdens het afzetten van die omhulsels de bevruchte eicel in de eileider van de kip uiteraard op de lichaamstemperatuur van die kip gehouden wordt, begint in de kiemschijf al de eerste fase van de ontwikkeling. Zodra het ei gelegd is, wordt door de afkoeling de ontwikkeling afgeremd of zelfs helemaal gestopt (wanneer de temperatuur onder de 21 graden C daalt). Zodra het ei bebroed gaat worden, door de kip of in de broedmachine, wordt de ontwikkeling weer voortgezet. Meestal stelt men de broedmachine in op 36 tot 38 graden C, enkele graden lager dan









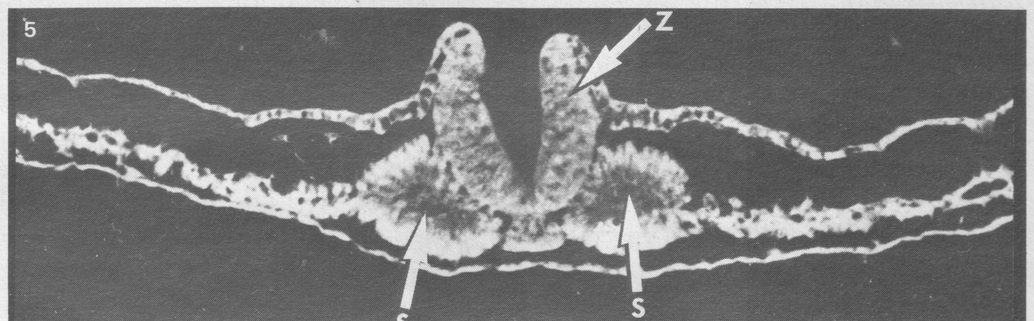


Foto 1. Een bovenaanzicht van de primitiefstreep (zie de tekst). De hier afgebeelde situatie werd na twaalf uur broeden bereikt. De letter g staat voor groeve en r voor richel.

Foto 2. Een dwarse doorsnede door de primitiefstreep. De letter g staat voor groeve, r voor richel, ec staat voor ektoderm, m voor mesoderm, en voor entoderm.

Foto 3. Het ei is nu ongeveer 24 uur bebroed. Bij k zien we de kopplooi, bij s de somieten; z is de rand van de aanleg van het centrale zenuwstelsel. Ter hoogte van de twee pijltjes is de doorsnede van foto 4 gemaakt.

Foto 4. Een dwarse doorsnede ter hoogte van de pijltjes van foto 3. Ec staat voor ektoderm, z is de buisvormige aanleg van het centrale zenuwstelsel, d de aanleg van de voordarm, h de hartaanleg. Bij m zien we wijd uiteen liggende mesodermcellen.

Foto 5. Een dwarse doorsnede door het embryo van foto 3 ter hoogte van het somietenpaar s. De aanleg van het ruggemerg (z) is nog niet tot een buis gesloten.

de lichaamstemperatuur van de kip (41 graden C).

De allereerste klievingsstadia, die we bij de scholeieren zo goed konden waarnemen en waarbij de kiemschijf zich verdeelt in 2, 4, 8, 16... cellen, zijn in het kippe-ei al tijdens de passage door de eileider doorlopen. Omdat die passage niet altijd even lang duurt, is het stadium waarin de kiemschijf zich bevindt, direkt na het leggen, nogal wisselend. Daardoor zijn ook in het begin van het broeden tussen eieren, die op dat moment even lang bebroed zijn, meestal kleine ver-

schillen in ontwikkeling te zien.Later worden die verschillen te verwaarlozen.

Een venstertje in de eischaal

Om van de ontwikkeling binnen het kippe-ei iets te zien te krijgen, wordt in de kalkschaal aan de zijkant voorzichtig een venstertje gemaakt. Leggen we het ei op z'n kant met het venstertje naar boven, dan draait de eicel zich automatisch zo dat de kiemschijf onder het venstertje terecht komt en bekeken en gefotografeerd kan worden. Dit kan allemaal zonder schade voor het jonge embryo gebeuren. Als we uitgekeken zijn, bedekken we het venstertje met een stukje plakband en het ei kan weer de broedmachine in, waar de ontwikkeling normaal voortgezet wordt. Zo kunnen we de eerste dagen, wanneer het embryo betrekkelijk klein is, het ontwikkelingsproces heel goed volgen.

De kiemschijf zit alleen maar rondom met zijn rand aan de massa reservevoedsel vast. Onder de kiemschijf zit een kleine spleetvormige, met vloeistof gevulde holte. Als we de rand van de kiemschijf voorzichtig van de dooier losprepareren, ligt hij automatisch helemaal los zonder dat we het middendeel zelfs maar hoeven aan te raken. Bij dit prepareerwerk loopt dus het centrum van de kiemschijf, het deel dat uitgaat groeien tot het eigenlijke embryo, geen enkel risiko beschadigd te worden. Zo'n losgeprepareerde kiemschijf kan dan overgebracht worden in een fixatievloeistof, waarna er via de passende technieken óf een totaalpreparaat voor gebruik onder de mikroskoop óf een serie mikrokopische doorsneden van gemaakt kan worden.

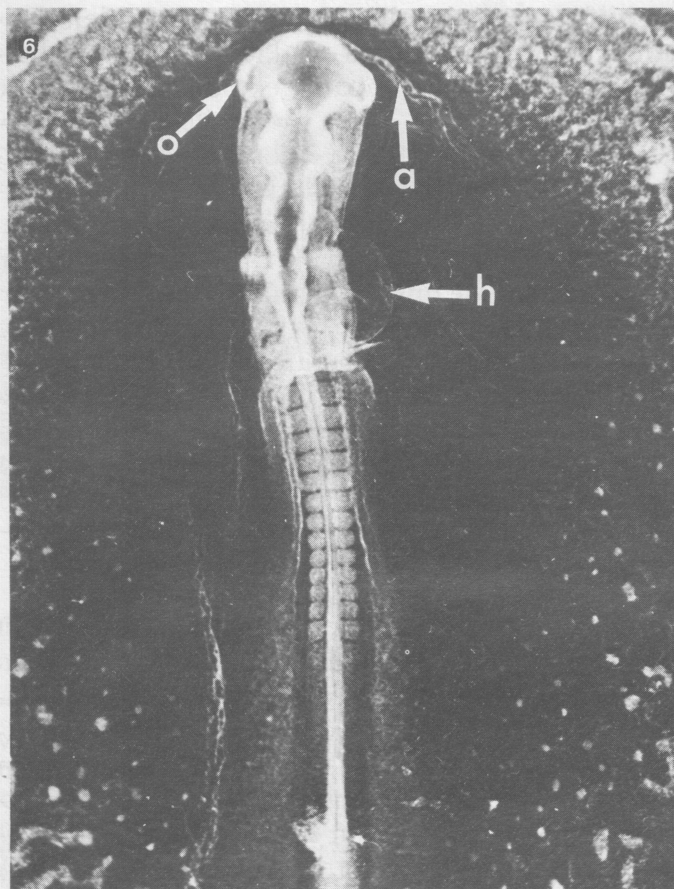
Ontwikkeling komt op gang

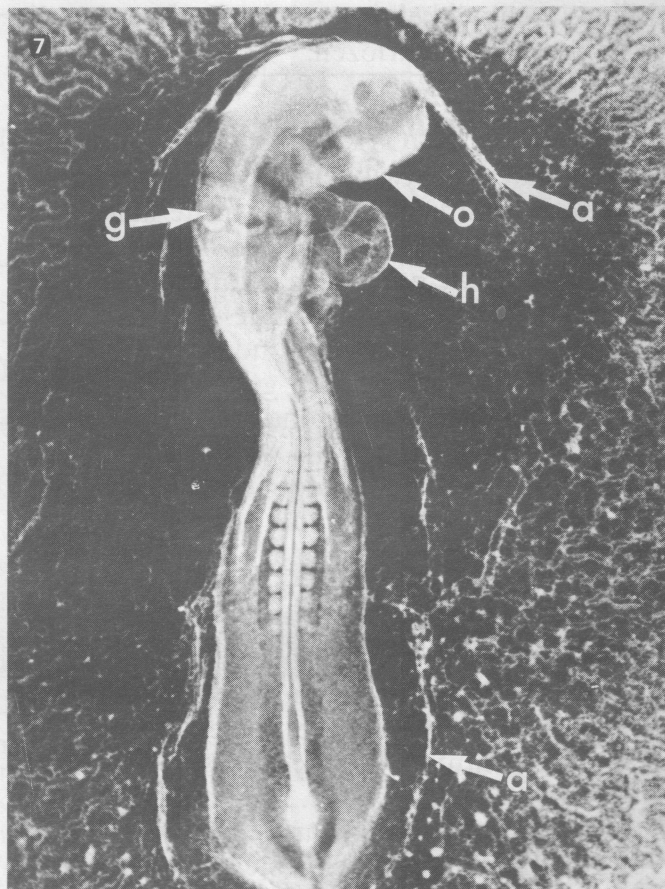
De eerste aanwijzingen dat er een embryo gevormd gaat worden, vinden we (net als bij de scholeieren) doordat in het laagje cellen, dat door deling al ontstaan is, onderlinge verschuivingen gaan optreden. Als eerste teken daarvan zien we een klein groefje tussen twee verhoogde richels ontstaan. We noemen dit geheel de primitiefstreep; als deze zijn grootste lengte bereikt heeft, is hij ongeveer 2 millimeter lang. Foto 1 geeft ons een indruk hoe een primitiefstreep er sterk vergroot uitziet en foto 2 vertoont een eveneens sterk vergrote doorsnede. Het groefje, dat vooral in foto 2 duidelijk opvalt, is niet zo maar een toevallige versiering; het geeft de lijn aan waarlangs cellen van het oppervlak van de kiemschijf naar de diepte wandelen. Daarna spreiden ze zich onder de oppervlakkige laag en evenwijdig eraan in alle richtingen uit. Door dergelijke "wandelingen" van cellen ontstaat een kiemschijf waaraan we drie lagen kunnen onderscheiden. De lagen noemen we kiembladen. De buitenste draagt de naam ektoderm (naar de Griekse woorden ektos = buiten; derma = huid), de middelste mesoderm (mesos = midden) en de binnenste entoderm (endon = binnen). De kiembladen hebben een bijzondere betekenis, want ieder ervan levert een eigen bijdrage aan de opbouw van een of meer orgaansystemen. Zo vormt het ektoderm de opperhuid en de belangrijkste elementen van het zenuwstelsel, het entoderm groeit uit tot de binnenbekleding van het darmkanaal en het mesoderm vinden we vrijwel overal terug, maar wel het meest opvallend in skelet, spieren en bloedvaatstelsel.

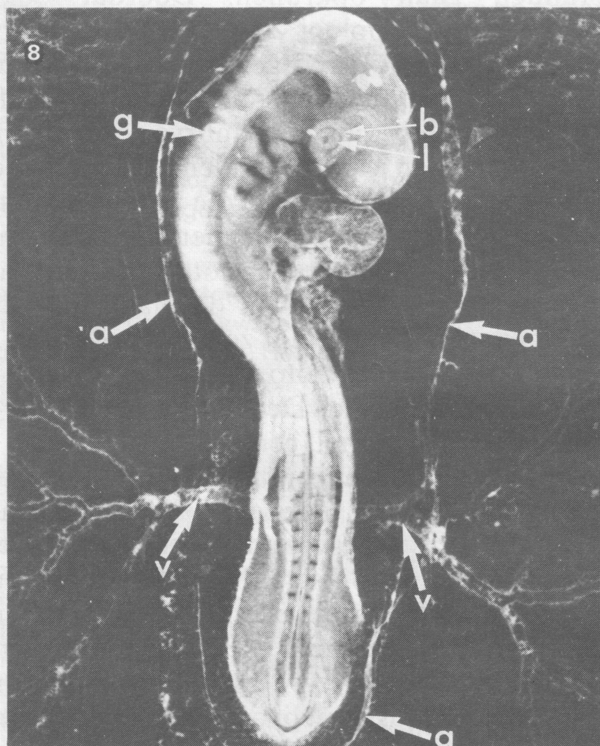
Begin van organen

Als aan de achterkant van het embryo het proces van de kiembladvorming nog steeds aan de gang is, worden aan de voorkant de kiembladen al omgevormd tot de verschillende orgaansystemen.Hele celmassa's veranderen daarbij van karakter en verschuiven of plooien zich. Zo ontstaat in het midden van het ektoderm een langgerekte plaatvormige verdikking, waarvan de zijranden gaan opkrullen. Doordat ook een duidelijke "kopplooi" ontstaat, is de voorkant van het embryo goed gemarkeerd, terwijl in het begin de primitiefstreep alleen maar aangaf waar de middenlijn van het embryo komt te liggen. Het opkrullen van de randen van de ektodermplaat gaat zo ver door dat die randen elkaar gaan raken en zelfs op de duur met elkaar versmelten, zodat uit de plaat een gesloten buis ontstaat. In foto 3 zijn de randen van de plaat heel goed te zien evenals het feit dat ze elkaar over een korte afstand net raken. Foto 4 geeft een dwarse doorsnede in dit gebied. De bijna tot een buis gesloten aanleg van het centrale zenuwstelsel is in deze afbeelding bijzonder duidelijk. Ook de andere kiembladen hebben gelijktijdig een hele ontwikkeling meegemaakt. Uit het entoderm is een platte buis ontstaan, die de voordarm gaat worden. Belangrijke elementen van het mesoderm vinden we onder die darm in de vorm van de hartaanleg en ter weerszijden van het centrale zenuwstelsel als tamelijk losse celmassa's. In dergelijke aanvankelijk losse mesodermmassa's kunnen verder naar achteren koncentraties optreden, die we oersegmenten of somieten noemen. Een drietal paren somieten is in het embryo van foto 3 al gevormd. Uit de oersegmenten ontstaan zowel wervels als spieren.

Bij het embryo van foto 6 is de ontwikkeling al weer een stuk verder gevorderd. Er is nu een zeer lange, van voor tot achter reikende, buisvormige aanleg van het centrale zenuwstelsel. Het







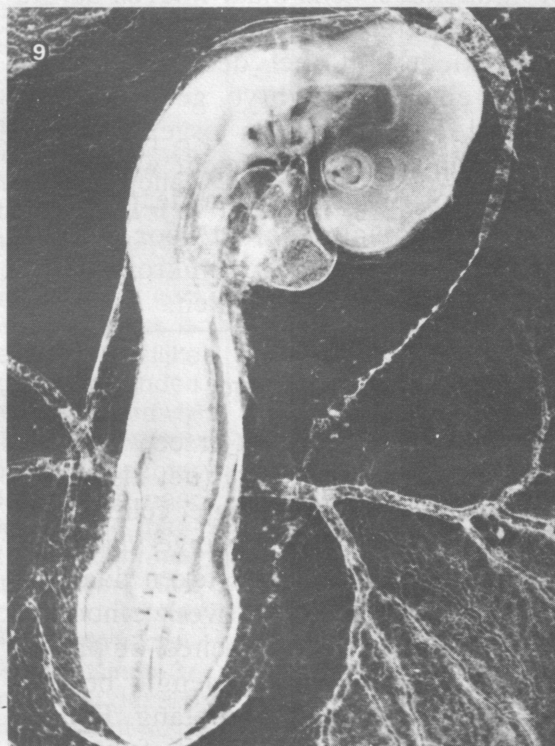


Foto 6. Na 36 uur broeden zijn de oogblazen (o) die met de hersenaanleg samenhangen, al gevormd. Het hart (h) dat al klopt, is een S-vormig gekromde buis die zijdelings onder het embryo uitpuilt. De amnionplooi is bij a te zien.

Foto 7. Een kippe-embryo dat ongeveer 45 uur is bebroed, Bij o is de oogaanleg te zien, h is het hart, g de aanleg voor het inwendig oor en a zijn de amnionplooien.

Foto 8. Het beeld na een broedduur van 55 uur. Bij b is de bekervormige oogblaas zichtbaar waarin de lensaanleg (l) ligt; de letter v wijst naar de grote stamvaten die het vaatwerk om de dooier met het embryo verbinden. Voor de betekenis van de andere letters, zie het bijschrift van foto 7.

Foto 9. Na 60 uur broeden is het embryo nog zo doorzichtig dat de oogaanleg van links dwars door de hersenen heen zichtbaar is, zij het enigszins vaag.

voorste deel, met de reeks van afwisselende opzwellingen en insnoeringen, wordt tot hersenen,de rest tot ruggemerg. Aan een van de voorste hersenblaasjes zitten nog een paar zijdelingse aanzwellingen, de oogblazen. Daaruit ontstaat met het verder vorderen van de ontwikkeling het netvlies van de ogen. Het hart is nu een vrij sterk gekromde buis, die zich regelmatig samentrekt, "klopt", en die daarmee het inmiddels ook gevormde bloed met bloedcellen voortstuwt in een heel netwerk van bloedvaten. Die bloedvaten vinden we niet alleen in het eigenlijke embryo, maar ze omspinnen ook de dooiermassa om zo voor de aanvoer van voedsel naar het embryo te zorgen. Er zijn nu veel meer somietenparen dan in foto 3. Dat komt doordat een groter deel van het naast het ruggemerg gelegen mesoderm in segmenten verdeeld is; alleen helemaal achteraan vinden we nog een stuk ongesegmenteerd mesoderm.

Overigens is het interessant om te weten dat het hart in dit stadium nog een zeer eenvoudige, enkelvoudige buis is. De bloedstroom komt er van achteren in en wordt er aan de voorkant weer uitgepompt. De verdeling van het hart in volkomen gescheiden linker- en rechterhelften moet nog helemaal tot stand gebracht worden. De rechterhelft van het hart dient dan om het bloed naar de longen te pompen en de linkerhelft pompt het bloed via de grote lichaamsslagader, de aorta, het lichaam in. Het is belangrijk dat de scheiding voltooid is voordat de longen beginnen te funktioneren. Daarvan is echter bij het embryo, dat we nu bekijken, nog lang geen sprake.

Kop ontwikkelt zich het snelst

Na een broedduur van ongeveer veertig uur begint de kop van het embryo zich steeds sterker naar beneden te krommen. Als gevolg daarvan komt het kopdeel van het embryo op zijn zijkant te liggen. De foto's 7, 8 en 9 laten dit verschijnsel heel goed zien. In deze zij-aanzichten krijgen we een beter overzicht over de S-vormig gekromde hartbuis. Afhankelijk van de lichtinval bij het maken van de foto's is wat meer of wat minder afgebeeld van het fijne vaatjesnetwerk, dat de dooiermassa omspint en van de grote stambloedvaten die dit netwerk met het embryo verbinden. De oogaanleg is inmiddels kompleter geworden. Er is nu ook een lensaanleg verschenen, die we binnen de oogbeker (het toekomstig netvlies) zien liggen. Verder is de eerste aanleg van een ander belangrijk zintuigkomplex te zien, het oorblaasje. Daaruit ontwikkelt zich het inwendige oor. In helemaal uitgegroeide toestand bestaat dat uit twee delen: het slakkehuis, dat het gehoororgaan is, en de halfcirkelvormige kanalen en nog enige blaasjes, die het evenwichtsorgaan vormen. Gaande van foto 7 via 8 naar 9 valt op, dat het aantal somietenparen nog steeds vergroot wordt. Terwijl in het achterste romp- en staartgebied nog dit soort processen aan de gang is, blijkt in het kop- en halsgebied de ontwikkeling al veel verder voortgeschreden. Dit is een verschijnsel, dat we in het algemeen bij de ontwikkeling van embryo's zien.

Bij het 36 uur bebroede embryo van foto 6 is een plooi van het ektoderm zichtbaar, die over de kop heen gaat groeien. In latere fasen begint ook het ektoderm aan de achterkant en aan de zijkanten van het embryo op te plooien. Deze plooien welven zich steeds verder over het embryo heen, totdat hun randen elkaar raken en met elkaar versmelten. Daarmee is een soort koepel over het embryo gevormd, die de naam amnion gekregen heeft. Tussen het amnionvlies en het embryo is een zakvormige ruimte overgebleven, die met vloeistof is gevuld. Het embryo wordt daardoor als het ware in een watermantel gehuld. Dat is erg belangrijk want zo wordt het embryo tegen uitdroging beschermd. De poreuze eischaal kan op dit gebied niet voldoende bescherming geven. Bovendien levert de watermantel nog een bescherming tegen beschadiging door stoten of schokken.

Vliezen belemmeren waarneming

We hebben het kippe-embryo nu gedurende de eerste twee en een halve dag van zijn ontwikkeling gevolgd. De eerste, primitieve aanleg van de meeste orgaansystemen is achter de rug, maar er moet nog heel wat gebeuren voordat er een volgroeid kuiken uit het ei kan komen. Daarvoor zijn nog zo'n 18 à 19 dagen van verdere ontwikkeling nodig. Wat er in die periode precies gebeurt, wordt voor ons echter wat moeilijk te volgen. Doordat het embryo steeds groter wordt, is het niet meer mogelijk om een goed overzicht te houden. Bovendien verdwijnt de fraaie doorzichtigheid en verder benemen de vliezige strukturen, zoals het amnion, ons het uitzicht in steeds sterkere mate. We zullen het embryo daarom de rest van de broedperiode met rust (moeten) laten.

Alle foto's dr.J.J.Willemse

De foto's bij dit artikel zijn op een wat eigenaardige manier tot stand gekomen en daarom besteden we even aandacht aan de gebruikte techniek. Men zou kunnen denken dat een sterke zijdelingse belichting is gebruikt, waardoor het witachtige embryo fraai oplicht tegen de achtergrond van de nauwelijks belichte dooier. Dat is niet het geval. Er zijn totaalpreparaten van embryo's voorzien van een kernkleuring en gemonteerd tussen voorwerp- en dekglas, "gewoon,, als negatief in het vergrotingsapparaat gelegd. Met hier wat tegenhouden en daar wat doorbelichten werd het mooie zwart-wit kontrast verkregen. Om de doorsneden bijpassend te krijgen, werden mikrofoto's (kleurendia's) van coupes als negatief gebruikt. De resultaten zijn uitstekend.

Lezersservice A & K



A&K-Winkel en voorlichting: Eemlandweg 5A , Huizen-NH.

BESTELLEN door overmaking van het verschuldigde op giro **636150** t.n.v. *Mens en Vrijetijd* te Huizen-Nh.

PRIJZEN zijn inklusief de verzendkosten. In Huizen afgehaald een korting van 10% op boeken.

BELGIË: bestellen door betaling via een internationaal postwissel of Eurocheque.

ADRES: Eemlandweg 5A te Huizen-Nh, 200 meter vanaf het busstation (boerderij hoek Industrieweg)

TELEFOON: 02152-58388

OPENINGSTIJDEN: Maandag t.e.m. vrijdag van 10 tot 16 uur, zaterdag van 10 tot 15 uur.

Vrijetijdsbesteding of hobbie: méér dan alleen maar het kopen van wat er voor nodig is!

Een van de doelstellingen van de stichtingen *Mens en Wetenschap* en *Mens en Vrijetijd* is, om de vrijetijdsbesteding - in de ruimste zin - te bevorderen en maximale voorlichting te geven over aan te schaffen instrumenten, apparatuur en literatuur. Tevens alle nazorg en hulp na het aankopen van instrumenten en apparatuur via *LEZERSSERVICE A&K*. *LEZERSSERVICE A&K* is er, omdat de partikuliere handel in de regel niet kan voldoen aan de eisen die gesteld mogen worden aan een goede, blijvende en deskundige voorlichting, nazorg en begeleiding van die specifieke vrijetijdsbesteding.



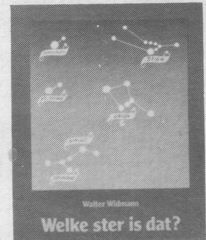
Hallwag sterrenkaart
Kleurenkaart 125x85 cm met viertalig boekje.
Bestelno.80-11 18,00



Vierkleurenkaart van Mars
Bestelno.80-12 18,00



Maankaart
Bestelno.80-13 18,00



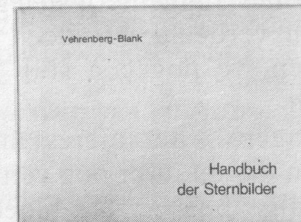
Welke ster is dat?
Handig, duidelijk, overzichtelijk en uitgebreid.
Bestelno.80-26 22,95



Ontstaan en levensloop van sterren
Informatie over de materie in de kosmos.
Bestelno.80-22 35,00



Elseviers gids van sterren en planeten
Herkennen, waarnemen, informatie.
Bestelno.77-44 39,50



Handbuch der sternbilder
Alle sterrenbeelden met opgave van daarin voorkomende objekten om zelf waar te nemen. Onmisbaar bij waarnemen.
Bestelno.80-38 69,50



Sesam, atlas van de astronomie
Kompakte encyclopedie in kleur.
Bestelno.80-46 18,00

De piramide en de piramidekrachten ►►
Twee boekjes over de energieverschijnselen en het zelf experimenteren.
Bestelno.80-23 37,50





Mysterie van de piramiden
Een meesterwerk over alle onderzoek van de piramiden.
Bestelno.80-63 47,75



◁ **De komeet komt!**
De komeet van Halley is weer in aantocht. Alles over deze komeet, vroeger en nu.
Bestelno.80-61 32,00

Nieuw ☆

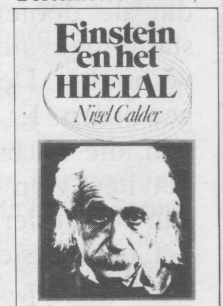
Groot Nieuws Bijbel
De Bijbel vertaald in omgangstaal en daardoor zeer goed leesbaar.
Bestelno.80-62 36,75





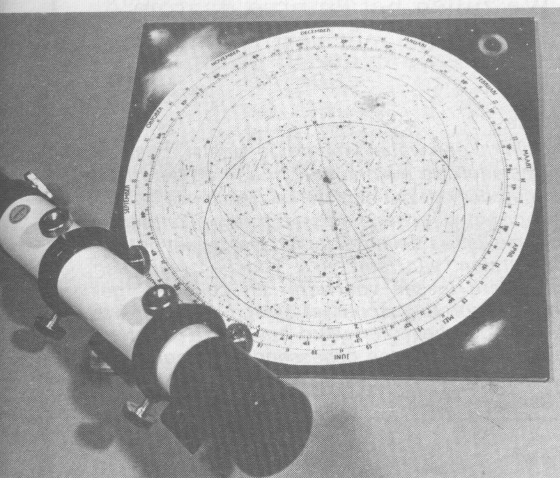
Natuurkunde van het Vrije Veld
Driedelig standaardwerk. Deel 1: Licht en kleur in het landschap. Deel 2: Geluid, warmte en elektriciteit. Deel 3: Rust en beweging.
Bestelno.76-33,-34 en -35. 112,50.
Per deel 38,50

Einstein en het heelal
Relativiteitsleer, zwarte gaten. Zeer begrijpelijk beschreven.
Bestelno.80-50 27,75



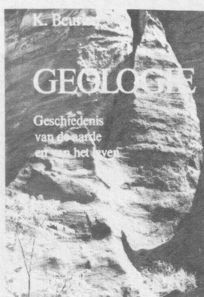
Draaibare sterrenkaart

Grote, 30 cm, volwaardige draaibare sterrenkaart. Het draaibare bovendeel en de tongloper zijn van doorzichtige, stevige kunststof. De kaart is geheel in kleur en aangebracht op een stevige, watervaste ondergrond. Kompleet met duidelijke gebruiksaanwijzing.
De prijs voor deze prachtige kaart is uiterst laag gehouden en is slechts 39,50





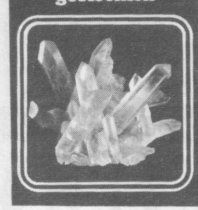
Thieme's gids voor stenen en mineralen
Groot standaardwerk, 600 foto's.
Bestelno.80-14 64,50



Geologie
De geschiedenis van de Aarde, bouw en ontwikkeling.
Bestelno.80-01 64,50



Elseviers zwerfstenengids
Onmisbaar bij het zoeken in het vrije veld.
Bestelno.80-16 42,50



Mineralen en gesteenten
De belangrijkste mineralen en gesteenten determineren aan de hand van kleurenfoto's.
Bestelno.80-40 18,50



Mooie stenen
120 mineralen in kleur.
Bestelno.80-39 15,95



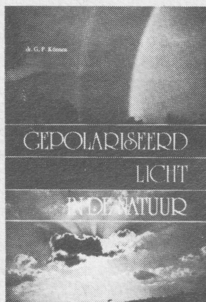
Fatale wereldrampen
De Aarde kan door allerlei rampen getroffen worden; zijn de gevaren reëel?
Bestelno.80-66 37,75



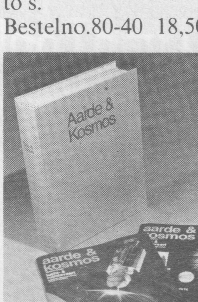
De wonderwereld van het mikroskoop
Handleiding voor de mikroskopie.
Bestelno.78-84 8,95



Zelf stenen slijpen
Zelf sierstenen slijpen en polijsten.
Bestelno.80-43 27,95



Gepolariseerd licht in de natuur
Gids over licht en polarisatie
Bestelno.80-25 54,00



NAALDBAND
Uitgevoerd in natuurlinnen.
Bestelno.NLD 16,00



Popol Vuh
Bijbel en scheppingsverhaal van de Maya's.
Bestelno.77-59 39,75



Werelden in botsing
Over de katastrofes in het verleden van de Aarde.
Bestelno.78-60 39,75



Boemerangs
Zelf maken en werptechniek, met vele voorbeelden.
Bestelno.80-33 16,50



Verzamelen, drogen, verwerken van materialen uit de natuur
Een doe-boek voor het hele jaar.
Bestelno.80-64 32,65



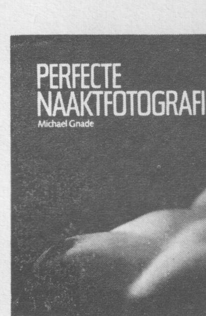
Video handboek
Alles over video-kamera's en het werken ermee.
Bestelno.80-65 42,65



Handboek zwart-wit fotografie
Alle informatie over techniek en verwerking.
Bestelno.78-54 -46,00



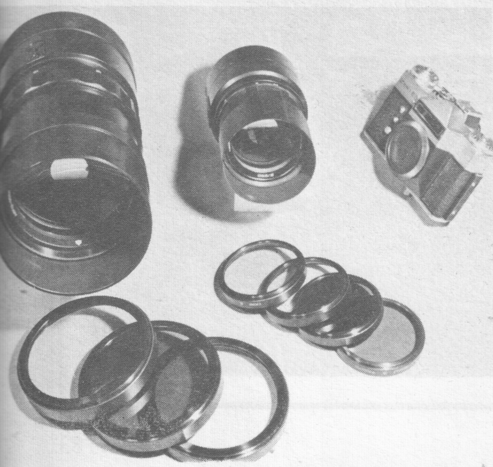
Handboek voor de donkere kamer
Volledige informatie over alle aspekten, technieken, enz.
Bestelno.80-34 44,00



Perfekte naaktfotografie
Over kompositie, vorm, kleur en techniek
Bestelno.80-52 63,00

Spiegel-telelens, model 8/500

Wereldvermaarde optische kwaliteit tesamen met hoogwaardige, metalen uitvoering. Een telelens van 500 mm, zowel uitstekend geschikt voor aards gebruik als voor hemelfotografie. Standaard P-draaduitvoering. Met dubbele statiefaanpassing en stofkap.
PLUS extra vier filters: rood, groen, grijs en UV. En: ook nog als teleskoop te gebruiken door speciale aanpas-adapter. Zelfs okulairprojektie is dan mogelijk.
De prijs is slechts 635,-.
Aanpasring voor ieder kameratype 32,50. Adapter waarmee telelens teleskoop wordt 35,-.



Spiegel-telelens, model 10/1100

Deze supertelelens van 1100 mm brandpunt is als kombinatie telelens-teleskoop werkelijk uniek! Met dubbele statiefaanpassing, P-draad uitvoering (alle typen kamera's zijn aansluitbaar via speciale ringen). PLUS weer de extra's: een rood, een groen en een UV filter. Tevens een stalen stofdeksel.
Een even unieke prijs: slechts 895,-.
Aanpasring kamera 32,50. Adapter waardoor telelens een teleskoop wordt 35,00 en voor het bijbehorende zenitprisma 45,00. Verkrijgbare okulairen 49,50 (K20 voor 55x, K25 voor 44x en K30 voor 37x).



Giftige planten, giftige dieren
Handige informatie om te weten.
Bestelno.80-48 19,50



Water, waterplanten en waterdieren
Zakboek voor natuurvrienden.
Bestelno.80-47 12,00

Siso kode 644.8/644.9

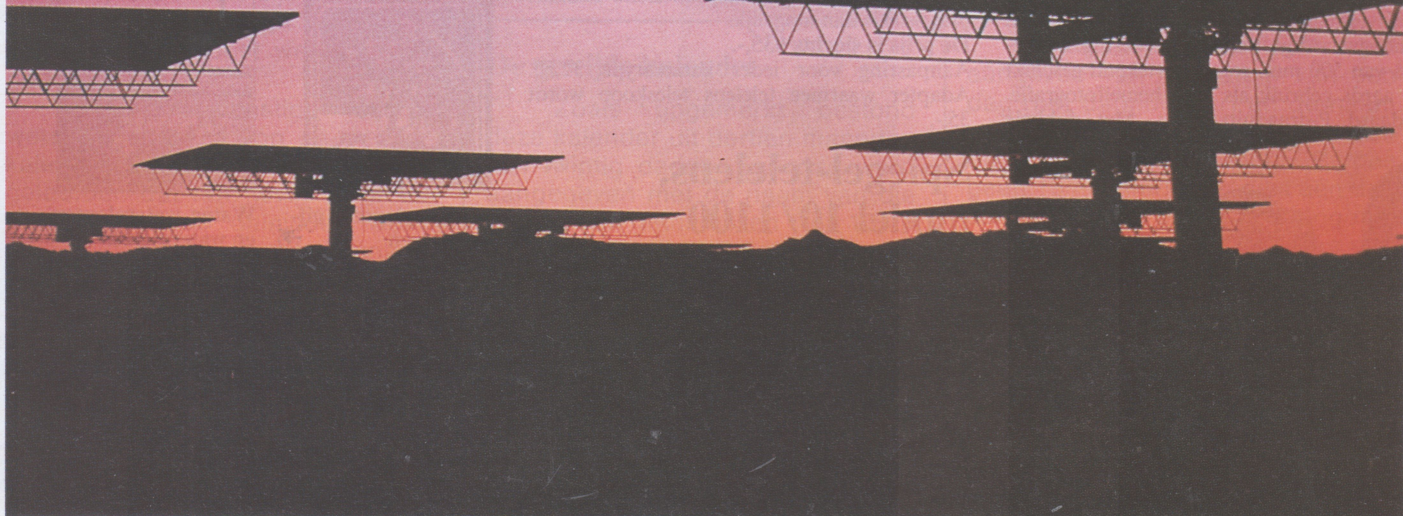
Amerikaans energie-avontuur.

G.J.van Lonkhuyzen

Peuter subsidie los, laat daarmee kleine bedrijven onderzoek doen en breng de uitkomsten zelf kommercieel in de praktijk. Dat is het ontwikkelen van alternatieve energiebronnen op zijn Amerikaans. Een verhaal over het elektriciteitsbedrijf van Zuid-Californië.

Een energiebedrijf met een soort geloofsbelijdenis: "In onze technologische maatschappij is elektriciteit een levensvoorwaarde, zoals voedsel en water. Maar bij de groeiende vraag naar energie en de verminderende bronnen, de voortdurende inflatie en de toenemende zorg om het milieu, is het vinden van nieuwe energiedragers één van de belangrijkste uitdagingen voor een energiebedrijf" ... "Edison wil zijn kapaciteiten wijden aan de versnelde en doortastende ontwikkeling van alternatieve en hernieuwbare energiedragers". Met Edison wordt dan bedoeld: The Southern California Edison Company, een van de grootste energiebedrijven in de wereld, die de hele zuidelijke helft van de staat Californië bedient.

Er is al op het eerste gezicht iets bijzonders



aan de hand met SCE, zoals het bedrijf kortweg wordt aangeduid. Net als andere energiebedrijven in Amerika is het een kommerciële onderneming, die dus gewoon uit is op winst maken. Als zo'n onderneming zichzelf vastlegt op de ontwikkeling van alternatieve energiesystemen, wettigt dat een nadere beschouwing.

De Southern California Edison is wel geholpen door de politieke ontwikkelingen. De regering van de Verenigde Staten heeft -met name onder president Carter- vrij uitgebreide subsidiemogelijkheden geschapen voor de ontwikkeling van nieuwe energiedragers; de deelstaatregering van Californië heeft daar nog een schepje bovenop gedaan. Die regelingen duren niet eeuwig, maar hebben in elk geval al lang genoeg geduurd voor SCE om er heel wat mee te doen.

Handelen in energie

Het kommerciële karakter van SCE komt naar voren bij een beschouwing van de diverse alternatieve systemen die de maatschappij toepast. De meeste ervan zijn geen eigendom van SCE en zelfs niet door de maatschapppij aangelegd. Wat SCE wel heeft gedaan is met een vrij grote onderzoek-afdeling belangstellende maatschappijen op weg helpen in de technische ontwikkeling van de nieuwe systemen. En met een grote juridische staf worden alle mogelijk wettelijke voordelige regelingen opgespoord.

Op die basis werd het SCE mogelijk om andere bedrijven te interesseren in de bouw van alternatieve systemen, die elektriciteit opwekken tegen redelijke kosten; elektriciteit die SCE vervolgens verkoopt.

De maatschappij kwam voor het eerst in het nieuws met de zonnecentrale van Barstow; 1800 zonvolgende spiegels weerkaatsen het zonlicht op een stoomketel in een toren en met die stoom worden generatoren aangedreven. De installatie levert 10 megawatt. Deze Solar One werd gebouwd door de Dienst Water en Energie van Los Angeles in samenwerking met het Ministerie voor Energie in Washington.

Er is in Californië ook aardwarmte vrij dicht onder het oppervlak. In de Imperial Valley is een 10 megawatt centrale gebouwd. Zesduizend klanten betrekken er hun elektriciteit van. De 10 megawatt centrale is gebouwd door een aantal gemeentelijke energiebedrijven: die van Los Angeles, Pasadena, Burbank, Riverside en de Union Oil Company. SCE heeft nu geothermische centrales aan de Salton Sea, in Heber en in de Imperial Valley.

Deze centrales zijn, hoewel deels gebouwd met geld van plaatselijke overheden, eigendom van SCE. Zo heeft de maatschappij zelf ook nog wel konventionele centrales en experimentele installaties in bezit. Maar daarmee houdt het eigen bezit op en in feite begint het dan pas leuk te worden.

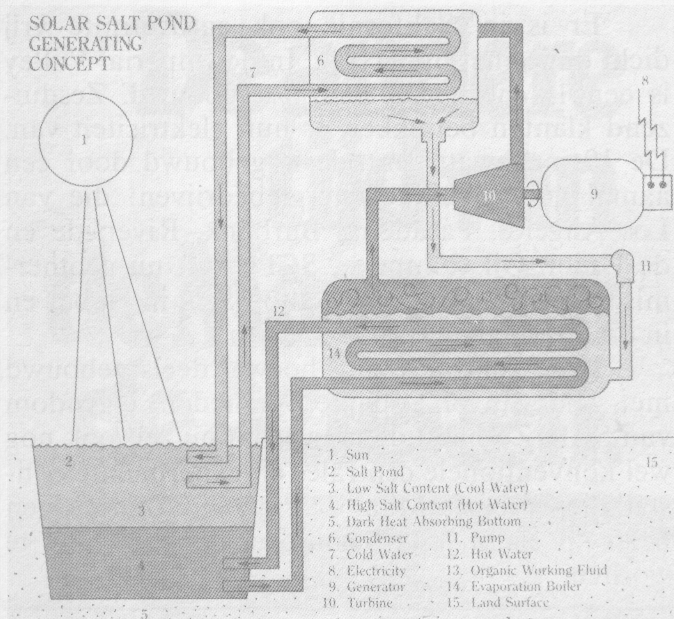
Solar One en verder

Solar One bijvoorbeeld, de grootste zonnecentrale ter wereld, is niets meer dan een 10 megawatt experiment, dat werd opgezet in samenwerking met het Ministerie voor Energie. Het moet dienen als een voorstudie voor een 100 megawatt centrale. Daarop wordt gestudeerd met "geïnteresseerde derden".

Zo'n denkproces is ook aan de gang voor opslag van energie met behulp van zout water. Het principe daarvan is, dat men een meer kan vullen met water van een hoog zoutgehalte onderin (dat is zwaarder en blijft dus beneden) en water van een geringer zoutgehalte bovenin, als afsluitend deksel. Dit systeem dient niet alleen als opslag van warmte, maar wordt ook gebruikt om energie op te wekken. Het warme, zeer zoute water wordt gebruikt om een werkvloeistof te verdampen. Die stroom damp brengt eerst een turbine aan het draaien en wordt vervolgens naar een kondenservat geleid, waar het lichtzoute koele water de warmte overneemt. Die lichtzoute vloeistof gaat weer terug naar het meertje, dat ongeveer een vierkante kilometer beslaat. Daar wordt de opgenomen warmte (zowel uit de kondensor als van de Zon) weer afgestaan aan de veel zoutere oplossing onderin het meertje.

De zonnecel-centrale van ARCO bestaat uit 108 zonvolgende panelen en staat in San Bernardino County.





Een schetsmatige voorstelling van een zonnevijver. De cijfers staan voor: 1- de Zon, 2- zoutwatervijver, 3- laag zoutgehalte (koel water), 4- hoog zoutgehalte (warm water), 5- donkere, warmte opnemende bodem, 6- kondensor, 7- koud water, 8- elektriciteit, 9- generator, 10- turbine, 11- pomp, 12- warm water, 13- werkvloeistof, 14- verdampingsvat, 15- omliggend land.

Het hemelskind

Californië is niet alleen gezegend met veel zonneschijn, warmte in de bodem en een dubbel subsidiesysteem; het heeft óók wind. In de bergen van de Tehachapi bijvoorbeeld is dat goed te zien aan wat de Amerikanen "flagged trees" (vlagbomen) noemen. Daar zijn dat sparren, die maar aan één kant van de stam takken hebben: aan de leizijde. Het spreekt vanzelf, dat SCE dit gebied geschikt vond voor een windenergiepark; dat bevindt zich in de Oak Creek Pass. Het is een voor Nederlandse begrippen merkwaardige zaak geworden. Edison beperkte zich eigenlijk tot de belofte om geproduceerde elektriciteit af te nemen. Verder kon iedereen die daar zin in had molenbezitter worden.

Er staan nu 167 windgeneratoren. Daarbij zijn eenvoudige, met wieken van zeildoek op een geraamte, maar ook een handvol Bouma-molens uit Nederland. Men wil dit park in de loop van de jaren uitbreiden tot 900 windmolens. Eigenlijk is het wat moeilijk om over een windpark te spreken, want er is er een aantal. Ze funktioneren allemaal voor dezelfde afnemer: SCE, en elk van die verzamelingen molens telt ook weer een aantal eigenaren. In officiële stukken spreekt men dan ook van de "Tehachapi Mountains Wind Resource Area", een soort wind-winningsgebied. Het projekt is zó voorspoedig ontwikkeld, dat men ook al denkt aan een tweede park in de San Giorgonio Pass.

SCE begon met grote ondernemers om een zo vlot mogelijke start te krijgen: Zond Systems Inc., Ridgeline Windfarm, American Wind Energy Systems en Oak Creek Energy Systems. Dat Tehachapi het eerste echt grote windenergiepark is geworden, is geen kwestie van wetenschappelijke keus. De streek is er goed voor, dat wel, maar San Giorgonio is beter. De toppen van de Tehachapi zijn ruim anderhalve kilometer hoog en daar is de lucht ijl. IJle lucht is minder effektief dan de lucht op geringe hoogten. Waarom dan niet direkt lager gebouwd? Wel, dat had te maken met gemeentepolitiek en zoals overal in de wereld veroorzaakt die vertraging. Daarom werd een gebied gekozen waar men alvast kon beginnen.

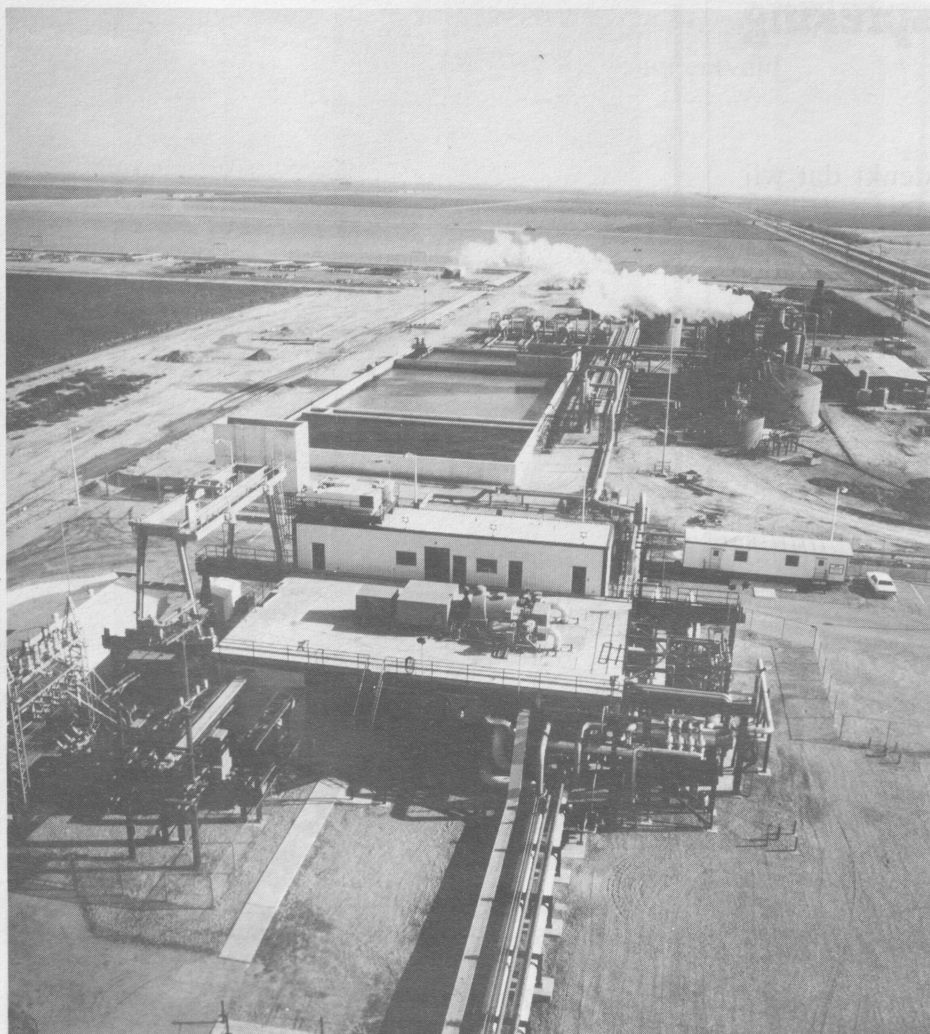
Zonnepanelen

De laatste aanwinst voor de elektriciteitsvoorziening is zonnecelpanelen. Ook hier geldt, dat de Southern California Edison nu beschikt over de grootste zonnecel-centrale ter wereld. Eén megawatt komt er vandaan. Er staan in San Bernardino County 108 grote panelen vol zonnecellen energie te maken. Elk paneel bevat 256 eenheden van 30 bij 120 centimeter, en elke eenheid telt 35 ronde zonnecellen. In totaal zijn er 967.680 zonnecellen opgesteld.

Gebruik makend van de ervaring die opgedaan werd met Solar One, waarbij zonvolgende spiegels worden gebruikt, is ook de zonnecel- (of fotovoltaïsche) centrale uitgerust met zonvolgende panelen. Daar zijn geen ingewikkelde sensoren bij gebruikt. Men heeft in een komputer gewoon een programma ingevoerd waarin alle zonnestanden, in alle jaargetijden en op elk moment van de dag, zijn vastgelegd. Elke dertig sekonden krijgen de zonvolgende panelen een kommando dat hun stand ten opzichte van de Zon aanpast. Dat levert 40 procent méér energie dan een gelijk paneel dat niet met de Zon meegaat. De centrale is gebouwd door ARCO solar, een dochter-onderneming van de Atlantic Richfield Oil Company. Eén sensor is wel geïnstalleerd: een windmeter. Zodra deze meldt dat de windkracht boven 50 kilometer per uur komt, worden de panelen horizontaal gezet om onnodige schade door stof te voorkomen. Door het droge klimaat is er nogal wat stof.

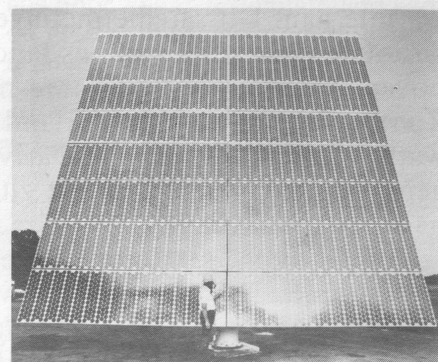
Toen SCE in 1980 de "geloofsbelijdenis" opstelde, legde de maatschappij zich tot 1990 vast op de ontwikkeling van 1900 megawatt uit alternatieve energiesystemen. Maar die ontwikkeling gaat zó hard, dat men het doel heeft gekorrigeerd: in 1992 denkt men al te komen tot 2150 megawatt.

Alle illustraties ARCO/SCE



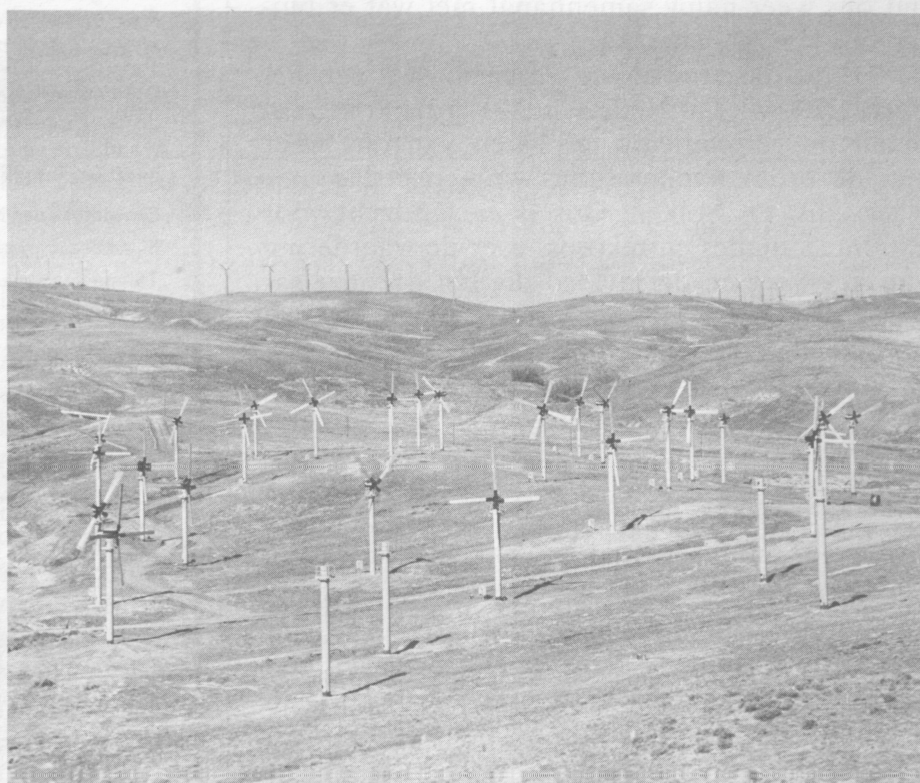
◀ *Een van de drie aardwarmte-centrales die in Zuid-Californië in bedrijf zijn. Deze vrij kleine installatie drijft een turbine-generator aan die 5000 woningen van elektriciteit voorziet.*

Eén van de zonnecelpanelen van de Zuid-Californische centrale tijdens de montage. De afmetingen van het paneel maken de uitleg dat bij een beetje stevige wind de panelen horizontaal gezet worden volkomen begrijpelijk.





Bob Paul, van Aztec Energy, bouwt molens met wieken van zeil-aan-spaken. Hij heeft er al twintig staan.



Dit is een deel van het grootste windenergiepark ter wereld, met aan de horizon (links van het midden) een rij Nederlandse (Bouma) molens. Het park kent twee-, drie- en vierbladige windgeneratoren. Die variatie komt voor een deel uit gebrek aan ervaring met windmolens.

Het weer in Nederland

De gemiddelde Nederlander denkt dat wij in een vreselijk regenachtig klimaat leven. Hij zal dan ook verbaasd zijn te horen dat het in ons land ongeveer 90% van de tijd droog is. Nou ja, zal hij misschien tegenwerpen. dan regent het in die korte tijd wel erg veel. Ook dat valt mee. Gemiddeld valt bij ons per jaar bijna 800 mm neerslag. Er zijn heel wat gebieden in de wereld met meer neerslag per jaar. Van die 800 mm verdampt ongeveer 500 mm. Het overschot van 300 mm gaat via afwatering over het oppervlak naar zee. Dat betekent dat de lucht die bij ons land aankomt, gemiddeld natter is dan de lucht die ons land weer verlaat!

Net zo voert de lucht die ons bereikt, ook warmte aan. Uit satellietmetingen is bekend dat de totale uitstraling van ons land en de lucht erboven 200 watt per vierkante meter is. Van de Zon ontvangen we in Nederland echter maar 140 watt per vierkante meter. Dat verschil moet ergens vandaan komen en het zit in de lucht die naar ons toe stroomt.

Er stroomt tenslotte nog iets naar ons toe: dat is wind. De windsnelheid van de lucht die ons land verlaat, is gemiddeld lager dan wanneer die lucht bij ons aankomt. Dit allemaal laat zien dat ons weer nauw samenhangt met wat er buiten ons land gebeurt.

Over die samenhang gaat een deel van het boek „Het weer in Nederland". Verder komen in detail de verschillende aspekten van ons weer aan de orde: temperatuur, wind, neerslag, onweer, mist en wolken. Ook is er aandacht voor extreme situaties en rekords, voor de waardering van het weer en de invloed die het op onze samenleving heeft. Het boek sluit af met 18 pagina's tabellen; echt iets voor de liefhebber.

„Het weer in Nederland" is een heel informatief boek geworden, dat goed is geïllustreerd. De opmaak is echter tamelijk stijf en de gebruikte letter erg klein. Daardoor oogt het boek niet erg aantrekkelijk. Dat is jammer, want de inhoud is zeer de moeite waard. Neem nou het begin van ons verhaal. Ons natte „image" komt door de veranderlijkheid van ons klimaat. Het hele jaar door kunnen buien vallen. Ja, zult u zeggen, dat is ons zeeklimaat. Nu ligt het er een beetje aan hoe dat gedefinieerd wordt, maar strikt genomen reikt het zeeklimaat maar tot zo'n 50 kilometer landinwaarts! Het is de ligging van ons land op de aardbol, die zorgt voor ons wisselvallige klimaat en dat maakt „Het weer in Nederland" heel duidelijk.



boekbesprekingen

Natuurwetenschappelijk zakboekje 1983-1984, G. Bodifée, uitg. Kluwer, Antwerpen/ Bohn, Scheltema en Holkema, Utrecht, 1983, 225 pagina's, prijs ƒ 29,50. ISBN 90 313 0547 2.

Een heel handige gids met getallen, eenheden, tabellen en grootheden op het terrein van de natuurkunde, scheikunde, biologie, astronomie en wiskunde. Hoe nuttig deze gids is, zal de praktijk uitwijzen. In de gids is een kaart opgenomen waarop u suggesties voor aanvullingen en verbeteringen kunt geven.

Windenergie, een onuitputtelijke bron, Horst Frees, uitg. De Muiderkring, Bussum, 1983, geïllustreerd, 103 pagina's, prijs ƒ 24,50. ISBN 90 6082 210 2.

Dit boekje is een vertaling van een publikatie die de Duitse windenergie-enthousiast Horst Frees over zijn grote liefhebberij schreef. Er wordt vooral aandacht besteed aan de historische ontwikkeling en aan projekten in allerlei landen. Het is geen echt technisch werkje. Zoals wel vaker met uitgaven van de Muiderkring het geval is, heeft men weinig gedaan om de vertaling aan de Nederlandse situatie aan te passen. In dit geval is dat niet zo erg, want voor de echte "freak" zijn er diverse goede boeken van eigen bodem.

Een van de meest vooraanstaande verenigingen op het gebied van de ruimtevaart is de American Astronautical Society (AAS) Voor liefhebbers heel aantrekkelijk zijn de publikaties van de AAS. De vereniging geeft sinds 1954 een eigen tijdschrift uit, een nieuwsbrief sinds 1962 en verder verslagen van bijeenkomsten, symposia en konferenties. Verslagen van technische bijeenkomsten worden al sedert 1957 uitgegeven in de serie "Advances in the Astronautical Sciences". Als aanvulling op deze reeks publikaties verschijnt sedert 1964 de "Science and Technology Series". Sinds 1977 worden historische onderwerpen gebracht in de "AAS History Series". We zullen in de komende tijd regelmatig aandacht aan interessante publikaties gaan besteden. Informatie over de AAS kunt u krijgen bij het AAS Business Office, 6060 Duke Street, Alexandria, VA 22304. Inlichtingen over alle verslagen geeft de uitgever daarvan, Univelt, Inc., P.O. Box 28130, San Diego, CA 92128.

In de serie "Advances in the Astronautical Sciences" ontvingen we kort geleden de delen 47 en 49.

Deel 47 is getiteld "Leadership in space for benefits on Earth". In bijna 300 bladzijden wordt verslag gedaan van een konferentie over het gebruik van de ruimte, die in oktober 1981 werd



amateurs aktief

Kometen die de Aarde dicht naderen, verplaatsen zich door hun korte afstand tot ons heel snel langs de hemel. Dat is een fraai gezicht, als ze helder genoeg zijn, maar het maakt waarneming ook moeilijker. Het moet immers maar net op het goede moment helder weer zijn, en dat is in ons land altijd afwachten. De komeet IRAS-Araki-Alcock, die in de avond van 11 mei van dit jaar de Aarde tot op 5,36 miljoen kilometer naderde, is voor heel wat Nederlanders onzichtbaar gebleven, ook al trok hij hoog langs de hemel. Reden: het weer. Rond middernacht van 10 op 11 mei is het op een aantal plaatsen in ons land even helder geweest. Toen was de komeet zelfs vanuit steden (zoals Utrecht) met het blote oog te zien. E.M. van der Sijde heeft in Arnhem tijdens de korte opklaringen de komeet nog gefotografeerd, maar erg mooi was het resultaat niet. Toen het volgens de weersverwachting de volgende avond in het zuidwesten van het land zou gaan opklaren, heeft Van der Sijde zijn mobiele kijker (zie Aarde & Kosmos 12/1981) in de auto geladen en is de komeet gaan opzoeken. In de buurt van Etten-Leur in het westen van Noord-Brabant trof hij goede omstandigheden en daar zijn de beide foto's die u hier ziet, gemaakt.

Foto 1 werd gemaakt om 1.45 uur, dus op 12 mei. Met een kamera met standaardlens van 50 millimeter werd 20 sekonden belicht. Even ten zuiden van de komeet, met een geschatte helderheid van magnitude +2,2 à +2,3, is de open sterhoop M44 in de Kreeft zichtbaar.

Foto 2 werd om 2.50 uur gemaakt, met een 235 millimeter F2,8 Tokina telelens. De kamera was daarbij gemonteerd op de 150 millimeter Newton teleskoop die Van der Sijde had meegenomen. Deze foto is acht minuten belicht. Daarbij werd op de sterren gevolgd; daarom vertoont de komeet zich als een streepje in een beetje langwerpige wolk.

gehouden. Aan de orde kwamen onderwerpen als militair gebruik van de ruimte, kommunikatie, wetenschappelijk onderzoek, ruimtetechnologie, ruimte-transportsystemen en navigatie in de ruimte. Er wordt veel aandacht besteed aan toekomstige ontwikkelingen.

Leadership in space for benefits on Earth, William F. Rector (ed.), uitg. Univelt, Inc., San Diego, 1982, prijs 35 dollar. ISBN 0-87703-169-X.

Deel 49 is 489 bladzijden dik en gaat over Spacelab, ruimteplatforms en toekomstige ontwikkelingen. Het is een verslag van een Duits-Amerikaans symposium dat in maart 1982 in Washington werd gehouden. Het boek geeft een uitstekende indruk van toekomstige Spacelab-vluchten en van platforms die met de Space Shuttle in de ruimte gebracht kunnen worden. Met name allerlei varianten van de Duitse SPAS krijgen aandacht. Ook komen vervolgsystemen op de Space Shuttle en de Ariane uitvoerig aan de orde.

Spacelab, Space Platforms and the Future, Peter M. Bainum and Dietrich E. Koelle (ed.), Univelt, Inc., San Diego, 1982, prijs 45 dollar. ISBN 0-87703-175-4.

Science Fiction and Space Futures, Past and Present, Eugene M. Emme (ed.), Univelt, Inc., San Diego, 1982, prijs 25 dollar. ISBN 0-87703-173-8.

Erg aardig is deel 5 uit de AAS History Series. Dat gaat over science fiction en de toekomst in de ruimte, in het verleden en nu. Er staat onder andere een zeer lange en rijk geïllustreerde bijdrage in van Frederick I. Ordway, één van de technische adviseurs achter de film "2001, A Space Odyssey", over de huidige sf-films en het maken van "2001,....". Verder komt onder andere ruimtekunst (in een bijdrage van Ron Miller) en de invloed van ruimtevaart op science fiction aan de orde.



Foto 1



Foto 2

Vergelijken we de beide foto's, dan zien we hoe veel de komeet zich in iets meer dan een uur tijd langs de hemel verplaatste: ruim één graad. Het streepje bovenin foto 2 is een meteoor.

Hans Schouten

Siso kode 665.1/767.2

Een infraroodkijker zelf bouwen.

Infrarode stralen zijn voor het menselijk oog niet waarneembaar. Dat is de reden dat ze zoveel worden toegepast in bewakingssystemen, voor één enkele winkeldeur tot aan hele gebouwenkomplexen toe. Willen we toch infrarode stralen zien, dan moeten we ze zichtbaar maken met bijvoorbeeld een infraroodkijker. Zo'n instrument kunnen we vrij eenvoudig zelf bouwen.

Wat is infrarood licht?

Infrarode straling heeft een golflengte van 700 tot 1200 nanometer (nm). Eén nanometer komt overeen met 10 angström, de oude eenheid van golflengte. Zichtbaar licht heeft een golflengte van 700 tot 400 nm. Het ultraviolette gebied loopt van 400 tot 200 nm. Ons oog is niet gevoelig voor de golflengten van de infrarode straling (net zo min als het ultraviolet kan zien). We kunnen infrarode straling wel voelen; daarom wordt hij ook warmtestraling genoemd. Het warmte-effekt is des te interessanter omdat het vrij diep doordringt in het bestraalde materiaal. De infraroodlamp heeft niet voor niets zo'n heilzame werking voor ons lichaam, mits natuurlijk oordeelkundig toegepast.

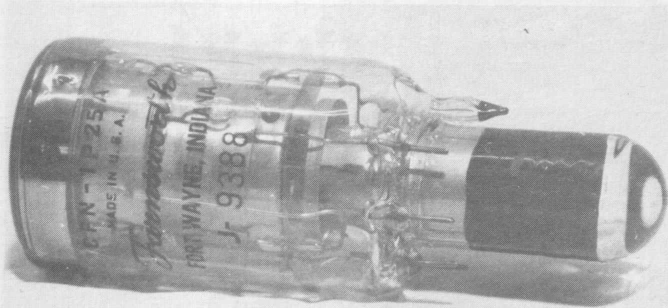
Het doordringende vermogen van infrarode straling wordt op allerlei terreinen gebruikt. Al lang bekend is de infrarood fotografie van bijvoorbeeld landschappen. Infrarood trekt zich in enkele stukjes van zijn golflengtegebied vrijwel niets aan van luchtvochtigheid. Landschapsfoto's met infraroodfilm op de juiste golflengte opgenomen geven dan ook alles haarscherp weer tot aan de horizon. Infrarode straling blijkt door verschillende stoffen verschillend te worden teruggekaatst. Daarmee kan men van afstand stoffen onderscheiden en informatie over hun gesteldheid verkrijgen. Deze techniek past men in de luchtfotografie toe en bijvoorbeeld ook in de misdaadkunde (om vervalsingen op papier of bloedsporen in weefsels te achterhalen). Overigens moeten we er hier op wijzen dat er twee soorten infrarode straling zijn. In de technieken die we tot nu toe noemden, fotografeert men infrarode straling uit het zonlicht die door voorwerpen op het aardoppervlak weerkaatst wordt. In bewakingstechnieken en militaire toepassingen gebruikt men warmtestraling die door het te bespieden voorwerp zelf wordt uitgezonden. Men noemt de twee soorten infrarode straling het gereflekteerde infrarood en het thermische infrarood. Het eerste is kortgolviger dan het tweede en daarom wordt ook gesproken van nabij en ver infrarood.

De infrarood konverterbuis

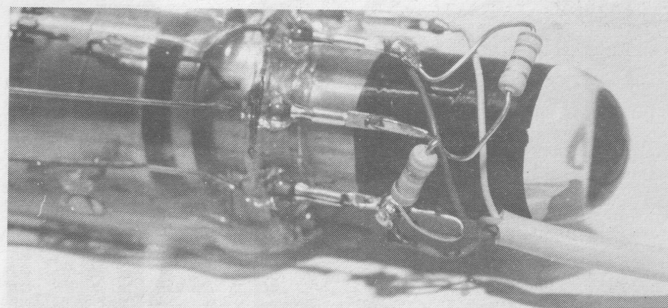
Omzetters of konverters waarmee infraroodbeelden rechtstreeks in zichbaar licht omgezet kunnen worden berusten allemaal op hetzelfde principe. De waar te nemen straling, in ons geval infrarood, maakt uit een stof elektronen vrij, die met behulp van elektronische lenzen een beeld ontwerpen op een laagje fluorescerend materiaal; dat materiaal gaat hierbij zichtbaar licht uitzenden. In de Verenigde Staten werd volgens dit principe een groot aantal verschillende typen betrouwbare konverterbuizen in grote hoeveelheden gefabriceerd. Deze buizen zijn nu op de dumpmarkt tegen prijzen variërend van ongeveer honderd tot een paar duizend gulden verkrijgbaar.Wij zullen ons beperken tot het eenvoudigste en goedkoopste type, de 1P25A.

De fotokathode bestaat uit een spiegelende laag, die half doorlaatbaar is voor licht. Deze laag is opgebouwd uit cesium, zuurstof en zilver. De laag wordt aangebracht door eerst een laagje zilver op te dampen en dit vervolgens volledig met zuurstof te oxideren. Vervolgens worden een laagje zilver, een laagje cesium en weer een laagje zilver opgedampt. Dit samenstel van laagjes wordt bij zeer hope temperatuur gebakken. Dat deze laagjes zeer dun moeten zijn, blijkt wel uit het feit dat de spiegellaag halfdoorlatend is. Hierdoor kan licht, dus ook infrarood, de spiegel passeren en aan de binnenzijde van de spiegel elektroden losmaken.

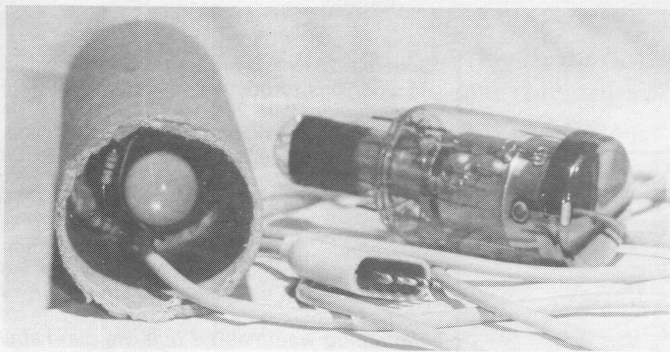
Achter de fotokathode vinden we een stelsel van vier elektroden die samen een elektrostratische lens vormen. Deze lens moet ervoor zorgen dat alle elektronen, die door de fotokathode worden uitgezonden, keurig netjes een scherp beeld vormen op de anode. Die bestaat uit een laagje fosfor, dat fluoresceert zodrà het door elektronen wordt getroffen. Om het lenseffekt op elektronen te verkrijgen zijn de vier elektroden op opklimmende spanningen aangesloten, respektievelijk 15, 100, 600 en 4000 volt. Die laatste spanning is vrij hoog en hij moet op een veilige manier worden opgewerkt.



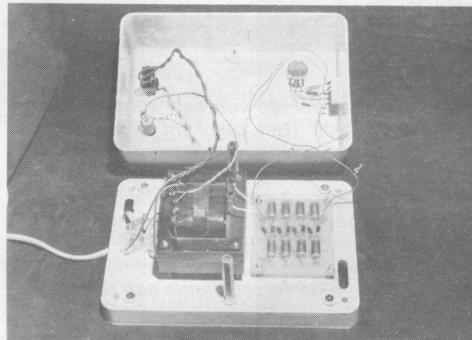
In het begin van de Tweede Wereldoorlog werd een serie infrarood beeldbuizen ontwikkeld voor het Amerikaanse leger. De buizen zijn tegenwoordig in ruime mate op de dumpmarkt verkrijgbaar. Het meest bekende type is deze 1P25A, die in ons ontwerp gebruikt wordt.



De infraroodbuis gezien vanaf de anodezijde. Daar bevinden zich zeven aansluitpennen voor de verschillende hoogspanningen. Hierop passen speciale schuifklipjes waarop de weerstanden en de draden zijn vastgesoldeerd.



Een losse konverterbuis (rechts) en een konverterbuis die in een kartonnen koker ingebouwd is (links). Let op het fluorescerende scherm van de ingebouwde buis. Hierop verschijnt het in zichtbaar licht omgezette infrarode beeld.



Een hoogspanningsvoeding opengelegd. Een oude voedingstrafo zoals die uit een oude buizenradio gesloopt kan worden, levert een spanning van ongeveer 600 volt die met een kaskade-gelijkrichter, rechts van de trafo, opgevoerd wordt tot de gewenste 5000 volt. In het deksel van het kastje (een plastic telefoonkastje uit de dumphandel) is de spanningsdeler met aansluitplug gezet.

Hoogspanningsvoeding

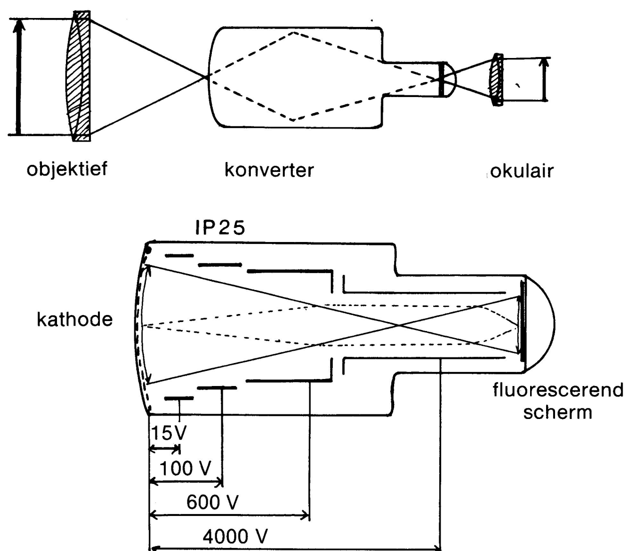
Het opwekken van deze spanning kan op verschillende manieren gebeuren. Er zijn speciaal voor dit doel ontwikkelde batterijen verkrijgbaar. Ze zijn zeer duur en hebben een beperkte levensduur.

De eerste experimenten met onze infraroodkijker zullen binnenshuis plaats vinden. Daar is altijd wel de normale netspanning van 220 volt voorhanden. Dit is echter een wisselspanning en bovendien nog veel te laag. Met een speciale gelijkrichterschakeling kan van deze 220 volt wisselspanning 5000 volt gelijkspanning gemaakt worden. Deze schakeling staat bekend als een kaskadeschakeling. Het principe zien we toegepast in schema 2. De spanning van 600 volt die door de transformator uit het lichtnet wordt opgewekt wordt door de eerste diode D1 gelijkgericht tot een gelijkspanning van 600 volt. De diode D2 doet precies hetzelfde, evenals de dioden D3 tot en met D8. Doordat deze dioden achter elkaar staan geschakeld, zullen alle gelijkgerichte spanningen van 600 volt bij elkaar worden opgeteld tot een totale spanning van acht keer 600 is 4800 volt. Dat is ruimschoots voldoende voor het voeden van konverterbuis. De onderlinge gelijkgerichte spanningen worden van elkaar gescheiden door de kondensatoren C. Let erop dat dit niet zo maar kondensatoren zijn van 4700 pikofarad, maar dat ze een werkspanning hebben van minstens 1000 volt (moderne miniatuurkondensatoren komen vaak niet hoger dan enkele tientallen volts)! Die hoge werkspanning is beslist noodzakelijk, want een spanning van 600 volt is niet gering voor een kondensator. De werkspanning moet ruim worden gekozen, anders vindt er onherroepelijk doorslag plaats en beschadiging van de kondensator. De totale spanning van 4800 volt zal verdeeld moeten worden over de verschillende elektroden van de konverterbuis. Dit doen we met behulp van een spanningsdeler. Door de zeer hoge totale spanning van 4800 volt en het zeer lage stroomgebruik van de konverterbuis zullen de weerstanden van deze spanningsdeler zeer hoog zijn (100 megaohm). Achtereenvolgens krijgen we waarden van 100; 10; 5,6; 2,2 en 0,5 megaohm. De weerstand van 10 megaohm is uitgevoerd als een potentiometer of variabele weerstand, omdat daarmee het beeld scherp kan worden gesteld op het fluorescerende schermpje.

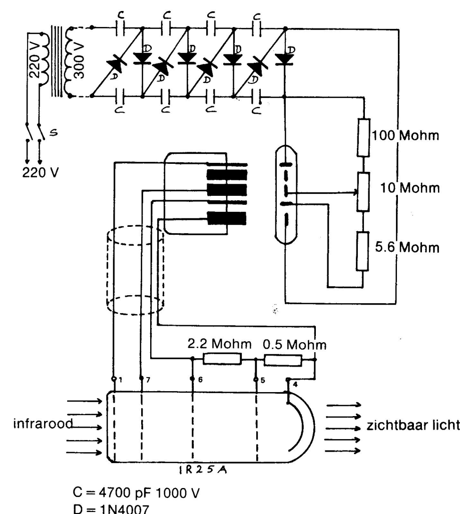
De bouw

De bouw van de hoogspanningsvoeding zal geen enkel probleem opleveren. Als kastje moet wel iets degelijks genomen worden. Wij vonden de relaiskastjes van de telefoon, zoals die voor heel weinig geld bij de dump te vinden zijn, uitstekend geschikt voor dit doel. Voor we met de eigenlijke bouw van de voeding beginnen, gaan we eerst een lijstje samenstellen met alle benodigde onderdelen. Dat zijn:

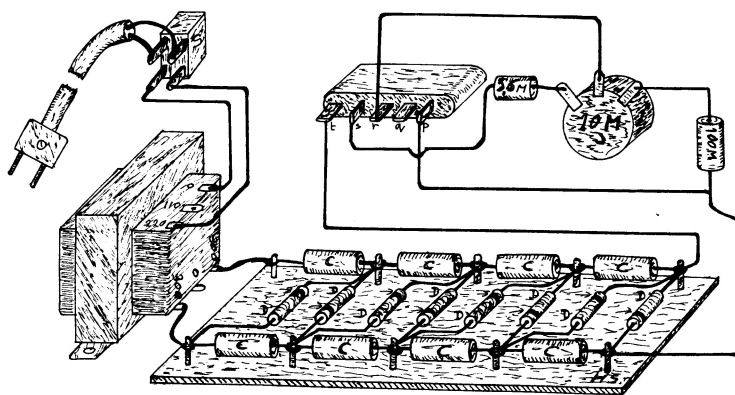
voedingstrafo: primair 220 volt, sekundair 2 x 300 volt of 2 x 250 volt; 8 kondensatoren 4700 pF, 1000 volt; 8 dioden type 1N4007 (1000 volt); 1 weerstand 100 megaohm; 1 weerstand 5,6 megaohm 1 weerstand 2,2 megaohm 1 weerstand 0,5 mega ohm 1 potentiometer 10 megaohm; 1 platte pick-up plug; 1 plat chassisdeel; 1 meter telefoonsnoer (5-aderig); 1 aan/uitschakelaar; 1 netsnoer met steker; 1 plaatje Veroboard gaatjesprint met pennetjes; schuifsoldeerlipjes voor de print; stuk plastic buis of kartonnen koker; telefoonkastje; infrarood konverterbuis 1P25A.



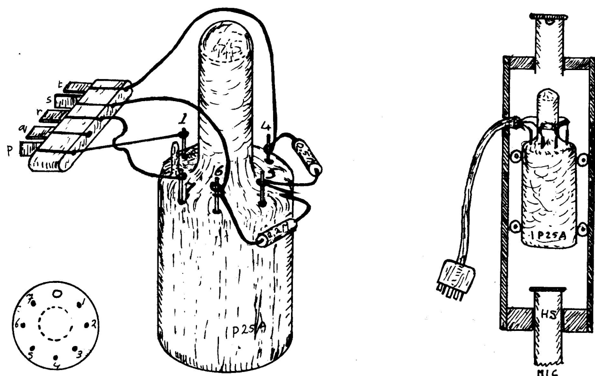
Schema 1. Infraroodlicht kan met behulp van een konverterbuis worden omgezet in zichtbaar licht. Het objektief ontwerpteen beeld op de fotokathode, die hierop elektronen gaat uitzenden die door elektrische lenzen in de buis een beeld ontwerpen op het fluorescerende scherm. Dit beeld wordt met een okulair bekeken. In de onderste tekening is een geschematiseerde doorsnede van een infrarood konverterbuis van het type 1P25A te zien. Bij de verschillende elektroden die samen het elektronische lenzenstelsel van de buis vormen, zijn de verschillende aan te leggen spanningen weergegeven.



Schema 2. Het totale schakelschema van de door ons te bouwen infraroodkijker. De netspanning van 220 volt wordt door de transformator omgezet in 2x300 is 600 volt. Met een spanningsverdeler, bestaande uit vier weerstanden en een potentiometer worden de verschillende spanningen voor de diverse elektroden van de konverterbuis verkregen. Deze elektroden zijn genummerd. 1 is de fotokathode, 4 is de anode, 5,6 en 7 vormen de tussenlenzen. Let ook op de aansluitingen p,q,r,s en t van de plug en de kontraplug waarmee de buis via een kabel op de voeding wordt aangesloten.



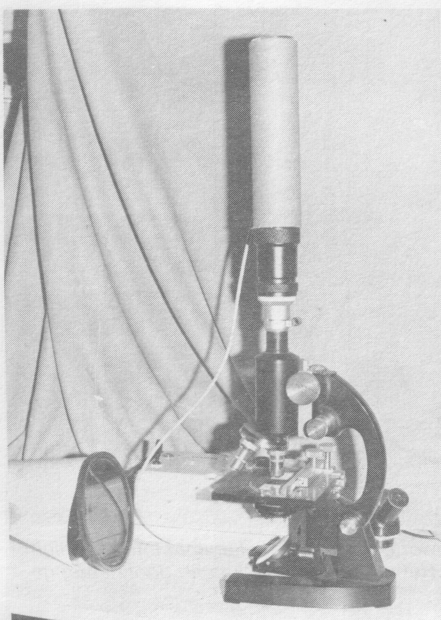
Schema 3. De opbouw van de hoogspanningsvoeding voor de infraroodkijker. Links de transformator en rechts het montageplaatje, een Veroboard gaatjesplaat met montagepennetjes. De kokers met 'C' erop zijn de kondensatoren van 4700 pF en een werkspanning van 1000 volt. De kleine kokertjes 'D' zijn de dioden van het type 1N4007. Let hierbij goed op de plaats van het streepje op het kokertje. De weerstanden van 5, 6 en 100 Mohm worden in het deksel van het kastje gemonteerd.



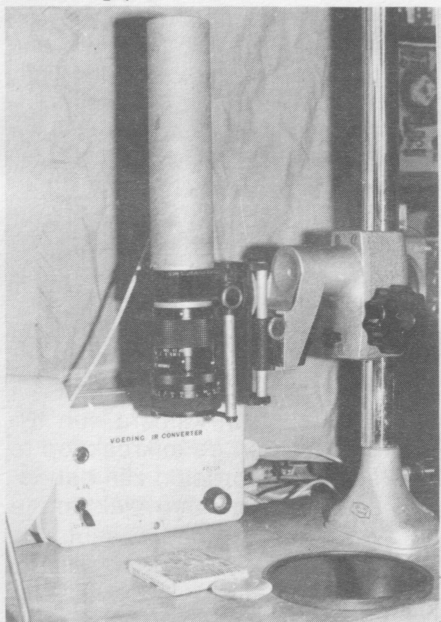
Schema 4. De bedrading van de infraroodbuis 1P15A. De weerstanden van 0.5 en 2.2 Mohm zijn op de pennen van de buis gemonteerd. Het is raadzaam om hiervoor speciale schuifpennetjes te gebruiken. Rechts een schematische voorstelling hoe de buis in een koker gemonteerd kan worden en op een mikroskoop worden gezet. Het okulair ontwerpt zijn beeld rechtstreeks op de fotokathode.

Het duurst van alles is de 1P25A, deze kost momenteel 135 gulden. Dit is de laagste prijs waarvoor ik hem in Nederland heb kunnen kopen. In Amerika en Engeland is hij in de dump vaak veel goedkoper te krijgen, maar hoe krijg je zo'n ding hier?? De rest van de onderdelen is zonder meer in iedere zaak voor radio-onderdelen te vinden en zal, afhankelijk van de prijs van de transformator, enkele tientjes kosten. In schema 3 is duidelijk te zien hoe de kast met de voeding gebouwd kan worden.

De kondensatoren en de dioden voor de kaskade gelijkrichter komen op het plaatje Veroboard. Met de bekende pennetjes worden de onderdelen aan elkaar gesoldeerd. Doe dit laatste degelijk en zorg voor mooie ronde gladde lassen. Dat is noodzakelijk in verband met de hoge spanningen waarmee gewerkt wordt. Let bij de dioden vooral op het streepje. Dit komt overeen met het streepje onder het driehoekje in schema 2. Een verkeerd geschakelde diode werkt niet. De kaskade wordt met de vier pennen op de hoeken aan de ene zijde aangesloten op de 2 x 300 volt van de voedingstransformator en aan de andere zijde op de spanningsdeler. Eén gedeelte van deze



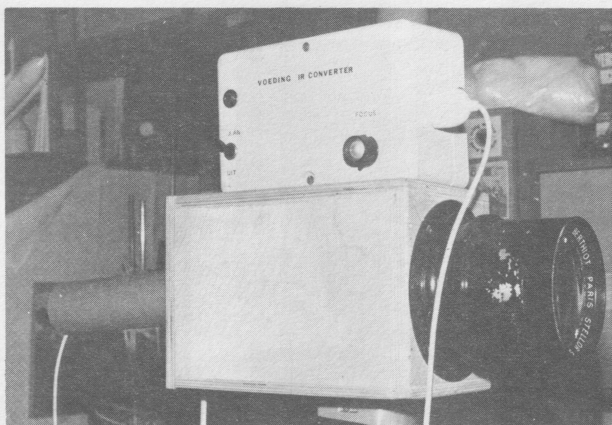
De infraroodbuis, gemonteerd in een kartonnen koker, is hier geplaatst op een eenvoudige schoolmikroskoop. Voor een goede beeldvorming is gebruik gemaakt van een mikro-fotoadapter. Als lichtbron dient een infraroodlamp (Infraphil).Daarvóór kan, zoals in dit geval, nog een speciaal infraroodfilter geplaatst worden.



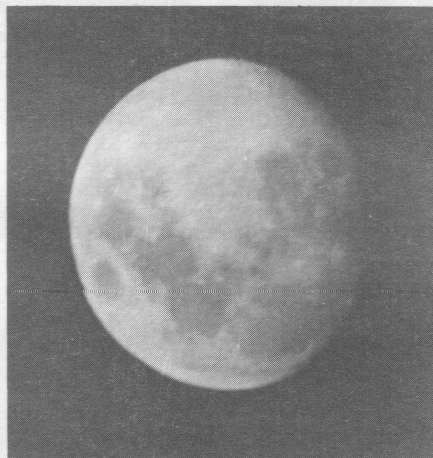
Ook voor makroskopie is de infraroodkijker bij uitstek geschikt. Met behulp van een makrokonverter en/of een balgapparaat of eventueel tussenringen, kan een beeld van het te bekijken objekt op de fotokathode van de infraroodbuis worden ontworpen. Belicht wordt natuurlijk met een infraroodlamp. Dit is een veel toegepaste methode in de misdaadkunde.

spanningsdeler is ondergebracht in het voedingskastje, het andere gedeelte op de konverterbuis zelf.

Als verbinding tussen de buis en de voeding gebruiken wij vijfaderig telefoonsnoer. De isolatie hiervan blijkt voldoende te zijn. Het heeft bovendien de prettige eigenschap erg soepel te zijn. Als plug is gebruik gemaakt van een platte pick-up steker zoals die wel voor platenspelers wordt gebruikt. Ook deze plug blijkt, mits volgens de tekening geschakeld, bestand te zijn tegen de hoge voedingsspanning. De primaire zijde, de net-kant van de transformator, wordt via een netschakelaar en een degelijk netsnoer met het lichtnet verbonden. De voeding wordt dus ondergebracht in een degelijke plastic kast. De PTT-kastjes voldoen uitstekend omdat het vrij dik materiaal is en voldoende beveiliging geeft tegen te hoge spanningen. Zou men dun plastic gebruiken, dan bestaat de kans op doorslag van de spanning.



De infraroodkijker kan ook achter een telelens worden geplaatst. Met deze kombinatie werden foto's van onder meer de Maan genomen. Deze kombinatie kan natuurlijk ook gebruikt worden als nachtkijker.



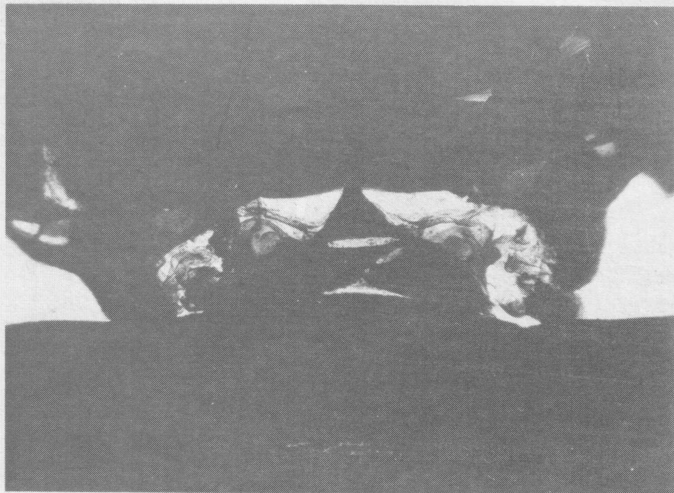
Een opname van de Maan met behulp van de infraroodkijker gemaakt.

De konverterbuis geschakeld

Met het belangrijkste onderdeel van de hele schakeling moeten we uiteraard voorzichtig omgaan. Hoewel het buisje voor legerdoeleinden is ontworpen, is het toch niet bestand tegen geweld en onoordeelkundig gebruik. Zorg er vooral voor dat de buis nooit zomaar in het volle licht komt te staan. De zeer gevoelige fotokathode zou daardoor ernstige schade kunnen oplopen. In de praktijk gebeurt dat kennelijk nogal eens, want in de dump zijn vaak heel goedkope exemplaren van deze buisjes verkrijgbaar.Er wordt (soms) wel eerlijkheidshalve bij verteld dat ze licht beschadigd zijn. Dit kan een heel klein schoonheidsfoutje betreffen, maar ook dat vaak de buis door te veel licht vrijwel blind is geworden, dus zo ongevoelig dat hij niet meer bruikbaar is. Let dus vooral op bij de aankoop. Neem bij voorkeur een exemplaar dat in een ongeschonden doos verpakt is. Zoals in schema 2 is aangegeven, worden de weerstanden van 2,2 en 0,5 megaOhm op de buis zelf gemonteerd. Soldeer nooit direkt op de buis, maar gebruik steeds schuiflipjes.

Is de buis voorzien van de nodige bedrading en het aansluitsnoer (voorzien van steker) verbonden, dan kan hij voorzichtig in een plastic of kartonnen koker worden geschoven. De buis kan heel goed op zijn plaats gehouden worden door er een paar rubber ringen om te spannen zodat hij klem zit in de koker. Aan de achterzijde van de koker kan een busje gemonteerd worden met een okulair erin. Hiermee kan dan het beeld op het fosforschermpje worden bekeken. Een okulair dat ongeveer vijf maal vergroot, is hiervoor heel geschikt. Zelf heb ik er, om er foto's mee te kunnen maken, een makrokonverter van Panagor met een kamera op gemonteerd. De foto's in dit artikel zijn hiermee gemaakt. Een makrokonverter heeft het voordeel dat alles vast gemonteerd kan worden. Er zijn geen schuivende delen nodig voor hert scherpstellen van het beeld. Dat systeem zit immers in de makrokonverter zelf. Al naar gelang het gewenste gebruik kan aan de fotokathode-kant van de konverter een mikroskoop, een makrolens of een telelens geplaatst worden. In schema 4 is schetsmatig weergegeven hoe dat moet. Zorg er wel steeds voor dat er niet teveel licht op de fotokathode valt, om beschadiging te voorkomen.

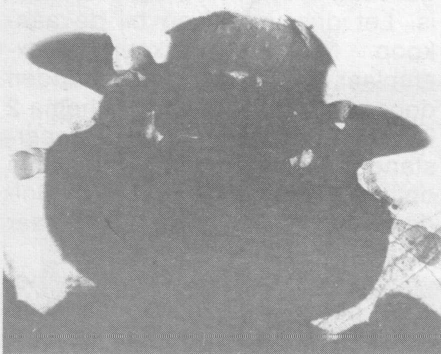
Let er bij de montage in de



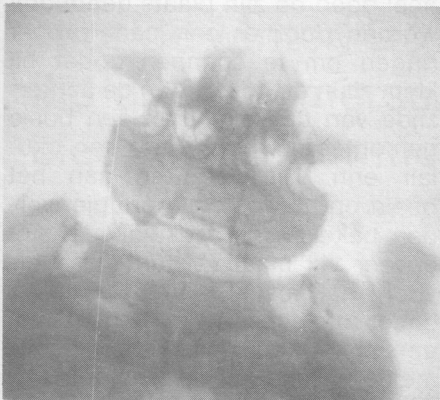
Een normale mikrofoto van het borststuk van een zwarte wegmier. Ook na grondig chemische bleken bleef dit borststuk ondoorzichtig voor normaal licht.



Het borststuk van een zwartewegmier bekeken met infrarood licht (met de infraroodbuis). Het preparaat is volkomen doorzichtig geworden.



De volkomen ondoorzichtige kop van een zwarte wegmier bij normaal licht onder de mikroskoop.



De kop van een zwarte wegmier bekeken met infrarood licht. De kop blijkt nu volkomen doorzichtig te zijn.

plastic koker altijd op dat tussen de spanningvoerende delen en uw huid een paar centimeter afstand blijft. Vonkoverslag is anders niet denkbeeldig en bijzonder pijnlijk. Het geheel blijkt in de praktijk erg veilig te zijn, mits we maar aan het voorgaande denken. Gebruik voor de koker dus beslist geen metaal, evenmin voor de houder van het okulair.

Wat doen we ermee?

Is de infraroodkijker eenmaal voltooid, dan rest ons nog slechts iets te zeggen over de praktische toepassing. We zullen in de eerste plaats eens kijken naar de mogelijkheden in kombinatie met een telelens of zelfs een teleskoop. Hiervoor moet de buis bij uitstek geschikt zijn, want hij is juist voor dat doel ontworpen. Met behulp van een makrokonverter werd een vaste telelens met een brandpuntsafstand van 400 mm en een opening van 1:4 voor de koker met de IR-buis geplaatst. De makrokonverter diende hier om het beeld van de telelens scherp af te beelden op de fotokathode. Zou een "echte" telelens gebruikt zijn, dan is die scherpstelmogelijkheid natuurlijk ingebouwd. Bij heiig weer bleek dat op deze manier verrassend heldere beelden van veraf staande gebouwen konden worden verkregen. In het donker bleken alleen echt warme, dus veel infrarood uitstralende objekten zoals schoorstenen, helder op te lichten. De IR-buis is ook gevoelig voor zichtbaar licht. Om het effekt daarvan uit te schakelen, kan een speciaal infraroodfilter voor de lens worden geplaatst.

De IR-buis werd ook achter een kijker geplaatst en op de Maan gericht. Ook dat leverde goede beelden op.

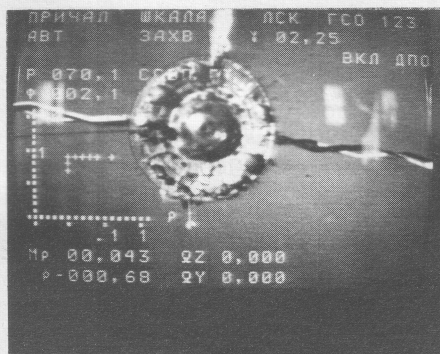
Een heel andere, in de misdaadkunde veel gebruikte toepassing, ligt in de mikroskopie en makroskopie. Infrarode stralen hebben een groot doordringingsvermogen voor vele kleurstoffen, verf, inkt, weefsels en dergelijke. Hierdoor kunnen vaak verschillen zichtbaar gemaakt worden die voor normaal zichtbaar licht onopgemerkt blijven. Weggeradeerde cijfers of letters in belangrijke dokumenten komen in het licht van infrarood weer tevoorschijn, ook al is er iets anders overheen gesmeerd. Door de IR-buis in zijn koker boven een balgapparaat, een makrokonverter of een stel tussenringen te plaatsen, krijgen we een heel eenvoudige, maar bijzonder goed funktionerende infrarood makroskoop, vooral als we als lichtbron een infrarood lamp gebruiken waarvoor een speciaal infrarood filter is geplaatst.

Heel goed mogelijk is het om in plaats van een kamera een IR-konverterbuis op de mikroskoop te plaatsen. De voordelen zijn dan legio. Zo blijken tal van objekten die normaal voor zichtbaar licht ondoordringbaar zijn, volkomen doorzichtig voor infrarood te worden. De foto's in dit artikel laten daar enkele voorbeelden van zien. Het prepareren van de zwarte wegmier is vrijwel ondoenlijk. Hoe je ook bleekt, hij blijft vrijwel ondoorzichtig. Maar met infrarood kijk je dwars door hem heen. Het enige nadeel van infrarood licht is zijn veel kleinere oplossende vermogen. Hierdoor zijn de beelden wat minder scherp bij grote vergrotingen. Maar daar weegt de doorzichtigheid wel tegenop.

Aarde&Kosmos is het eerste tijdschrift dat zo uitgebreid een zelfbouw-ontwerp voor een infrarood mikroskoop behandelt. We zijn daarom erg benieuwd naar uw resultaten.

Nieuwe bemanning in Saljoet-7

Wanneer alles goed is blijven gaan (het meest gebruikte zinnetje uit de ruimtevaart), waren de kosmonauten Vladimir Ljakov en Aleksander Aleksandrov op 27 augustus al weer twee maanden in de ruimte. Na hun lancering, op 27 juni met de Sojoez T-9, koppelden zij de volgende dag aan de Saljoet-7. Enkele dagen later openden ze het luik tussen de Saljoet en de aangekoppelde Kosmos-1443. Daarmee brachten ze het grootste ruimtestation uit de Russische ruimtevaartgeschiedenis in bedrijf. De Saljoet is bijna 15 meter lang, de Kosmos-1443 waarschijnlijk zo'n 10 meter en de Sojoez T rond 7 meter. De Saljoet heeft een massa van 18,9 ton; de Kosmos weegt volgens de berichten 13,5 ton en de Sojoez T zo'n 6,8 ton. Ljakov heeft in 1979 met Valeri Rjoemin 175 dagen in de Saljoet-6 doorgebracht; Aleksandrov is een nieuweling in de ruimte.



De benadering van de Saljoet-7 en de koppeling aan het station werden door een kamera in de Sojoez T-9 rechtstreeks uitgezonden. Hier een beeld van vlak voor de koppeling. Foto TASS

Nieuwe Russische Venussondes

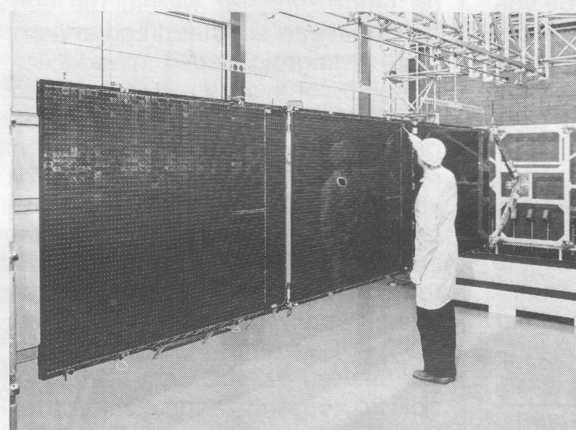
Begin oktober zullen twee Russische ruimtesondes bij de planeet Venus aankomen. Het zijn de Venera-15 en de Venara-16, gelanceerd op respektievelijk 2 en 7 juni van dit jaar. Geen van beide sondes heeft een lander bij zich. Volgens het Russische persbureau Tass zullen de sondes de dampkring en het oppervlak van Venus bestuderen. Enkele Amerikaanse ingewijden veronderstellen dat beide sondes radarapparatuur aan boord hebben om het oppervlak in kaart te brengen. De sondes zouden daarom in een baan om Venus gebracht worden, één in een baan over de polen, de andere in een baan over de evenaar. De "poolorbiter" zou dan een gebied bestrijken dat door de Amerikaanse Pioneer-Venus niet verkend kan worden.

De Russische radar zou details tot enkele kilometers in doorsnede nog kunnen onderscheiden. Dat is veel beter dan wat de Pioneer-Venus kan presteren. Van de andere kant denken sommige Amerikaanse Venusonderzoekers dat een oplossend vermogen van één kilometer pas werkelijk wezenlijk nieuwe informatie zal geven.

Ariane herrijst

Er waren veel gelukkige gezichten bij de Europese ruimtevaart-organisatie ESA op 16 juni van dit jaar. Toen verliep de zesde Ariane-lancering werkelijk perfekt. De problemen die de vijfde lancering deden mislukken, lijken afdoende opgelost. Met de Ariane werd het eerste exemplaar van de reeks Europese kommunikatiesatellieten (ECS) in de ruimte gebracht. Via de eerste ECS zal Nederland vanaf januari de beschikking hebben over een satellietkanaal voor televisie. Met de Ariane ging ook nog de AMSAT, een Duits satellietje voor radiozendamateurs mee.

Dat de problemen met de Ariane echt zijn opgelost, moet in september blijken. Volgens de planning moet de 15e de internationale kommunikatiesatelliet INTELSAT F7 gelanceerd worden. Dat is de eerste lancering voor een echte klant, en een niet-Europese nog wel. De ESA en Arianespace, de organisatie die de Ariane verkoopt, hopen door een straf lanceertempo de opgelopen achterstand weg te werken en klanten (terug) te krijgen. Voor dit jaar staat nog één lancering gepland, de INTELSAT F8 in november.



Fokker bouwt momenteel de zonnecelpanelen voor de Europese kommunikatie-kunstmanen ECS en MARECS. De ARA-panelen zullen door een honingraatkonstruktie lichter zijn. Daardoor zullen ze bij een gelijk gewicht groter zijn en meer elektriciteit produceren.

Sukses voor zonnepaneel van Fokker

In de afgelopen tijd heeft Fokker een zonnecelpaneel ontwikkeld dat superlicht van konstruktie is en per kilo aan eigen gewicht een energie-opbrengst van 30 tot 40 watt heeft. Dat is rond 10 watt meer dan bestaande zonnecelpanelen opleveren. Het type paneel, dat ARA wordt genoemd (naar Advanced Rigid Array), is onlangs gekozen voor de nieuwe Britse kommunikatiesatelliet Unisat. Twee van dergelijke kunstmanen zullen over drie jaar door de omroeporganisaties BBC en British Telecom gebruikt gaan worden. Het ARA-systeem bestaat uit panelen die elk 1,75 meter lang zijn en 0,23 kilowatt aan elektrisch vermogen produceren. De Unisats krijgen twee "vleugels" van elk vijf panelen. De vleugels van het systeem kunnen een wisselend aantal panelen tellen, met een maximum van zeven. Fokker heeft in Europa intussen een toonaangevende positie op het gebied van zonnepanelen opgebouwd. Dat is de reden dat aan Fokker ook een onderzoek is gegeven naar dergelijke panelen die bijvoorbeeld toekomstige ruimteplatforms van energie moeten voorzien.

Siso kode 659.75

Kunststofvliegtuig in opmars.

Pieto van Buysen

Het kunststofvliegtuig lijkt in opmars. Waarschijnlijk zal de konkurrentie tussen de bouwers van zakenvliegtuigen tot een snelle invoering van komposietmaterialen leiden.

Op de Parijse lucht- en Ruimtevaarttentoonstelling van afgelopen mei werd de Avtek 400, een helemaal van kunststoffen vervaardigd tweemotorig toestel, gelanceerd. Omstreeks het verschijnen van dit nummer moet de eerste vlucht plaatsgevonden hebben. Men hoopt dan in 1985 dit type volledig gecertificeerd te hebben, waarna met de aflevering begonnen kan worden. Het is de bedoeling dat nog in hetzelfde jaar honderd toestellen gebouwd worden en het jaar daarop 160. Tot nu toe heeft men vanaf de tekenplank al 88 exemplaren van dit zakenvliegtuig weten te slijten. De Avtek 400 is een puur Amerikaanse konkurrent van de Amerikaans-Britse Lear Fan 2100, ook een kunststofvliegtuig.

Vader van de komposieten

Om de Avtek 400 te kunnen realiseren, werd in 1981 de Avtek Corporation opgericht, met de hoofdzetel in Camarillo, in de Amerikaanse staat Californië. Vier bedrijven hebben de nodige financiële middelen op tafel gebracht. Dat is om te beginnen DuPont, de fabrikant van de kunststoffen waarvan de Avtek 400 wordt gebouwd. De overige drie zijn Dow Chemical, Toray Textiles of Japan en Aerona Aircraft Corporation. Als president-direkteur treedt Robert Adickes op, een gepensioneerde vlieger van de Amerikaanse luchtvaartmaatschappij Trans World Airlines. Hij is ook de man die indertijd bij de oprichting van de Lear Fan Corporation een belangrijke rol heeft gespeeld.

Voor de Avtek 400 heeft hij een groep van 22 man weten te formeren, waaronder een aantal specialisten. Eén van hen is dr. Leo Windecker, een komposietexpert. Hij wordt in Amerika de "vader" van dit wondermateriaal genoemd. Tot nu toe in Windecker ook nog de enige man ter wereld die een helemaal van kunststoffen vervaardigd vliegtuig, de Windecker "Eagle", ontworpen, gebouwd en gecertificeerd heeft gekregen. Hij gaat de kontakten onderhouden met de Amerikaanse Rijksluchtvaartdienst (FAA) om de Avtek 400 gecertificeerd te krijgen. Dat is niet zo eenvoudig, want de voorschriften zijn nog niet of nauwelijks aangepast voor vliegtuigen van kunststof. Daarom verloopt het certificeren van de Lear Fan 2100 ook zo tergend langzaam. Verder treft men in het rijtje van medewerkers ook de naam van dr. Edgar Schnued aan, thans 82 jaar oud. Hij ontwikkelde in het begin van de Tweede Wereldoorlog op verzoek van de Britten de wereldberoemd geworden P-51 schroefjager. Daarvan werden niet minder dan 15.064 exemplaren gebouwd! Van meer recente datum is zijn F-5 ontwerp, een tweemotorige straaljager die momenteel ook dienst doet bij onze luchtmacht. Ten slotte komen we de naam van invlieger William Taylor tegen. Hij heeft al meer dan zestig type vliegtuigen ingevlogen.

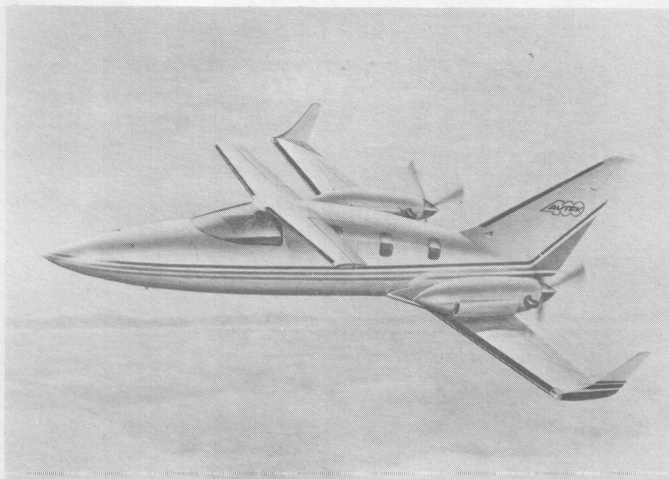
Eendtype

Het ontwerp van Avtek 400 vertoont een paar opmerkelijke details. In de eerste plaats zit direkt achter de cockpit een hulpvleugel. Hoewel dit idee niet nieuw is, wordt deze konstruktievorm toch niet zo vaak toegepast. Er kleven nogal wat bezwaren aan. De belangrijkste is ongetwijfeld dat het toestel gemakkelijker overtrokken kan worden. Het toestel komt dan in een zodanige stand dat de (hoofd)vleugel te weinig lift (opwaartse beweging) produceert. Meestal wordt dit gevaar ondervangen door de kleppen aan de vleugel met lucht aan te blazen, die dan afgetapt wordt van de motor(en). Bij de Avtek 400 laat men dit achterwege. Overigens staat zo'n ontwerp, waarbij een hulp- en een hoofdvleugel worden toegepast, te boek als eendtype.

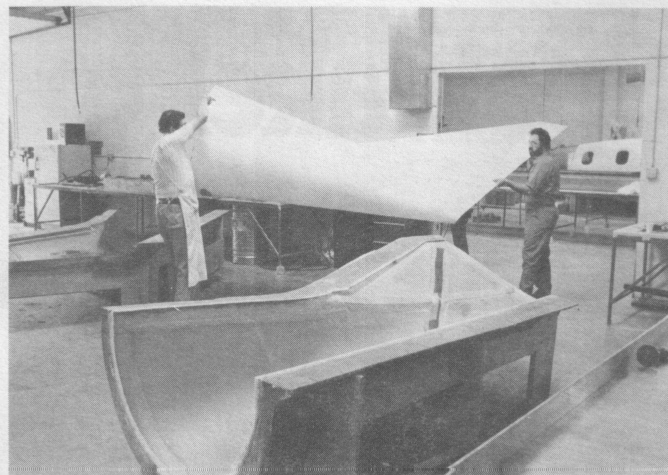
Een andere niet-alledaagse keuze is de plaats van de motoren. Die worden meestal onder de vleugel bevestigd, maar zitten bij de Avtek 400óp de vleugel. Een nadeel van een opstelling op de vleugel is, dat de luchtstroming over een deel van de bovenkant van de vleugel verstoord wordt. Het is juist dit gedeelte van het draagvlak dat bij een normale vlucht ongeveer tweederde van de totale draagkracht voor zijn rekening neemt. Om het verlies aan draagkracht goed te maken, zijn aan de vleugeltippen opstaande vlakjes (zogeheten winglets) aangebracht. Bovendien onderdrukken de winglets de vorming van wervels achter de vleugeltippen. Wervelvorming vermindert de draagkracht. Een voordeel van de motoropstelling op de vleugel is dat de Avtek 400 met een kort onderstel uitgevoerd kan worden. Dat maakt het instappen gemakkelijk.

Komposieten

Met de verschijning van de Avtek 400 kan men zich afvragen of de komposieten nu echt het gangbare konstruktiemateriaal voor vliegtuigen, aluminium, gaan vervangen (zie ook Aarde & Kosmos 10 en 11/1967 en 11/1980). Komposieten hebben opmerkelijke eigenschappen. Om te beginnen hebben ze een gunstige invloed op het brandstofverbruik door hun enorm hoge verhouding tussen sterkte en gewicht. Bij de Avtek 400 wordt voornamelijk Kevlar 49 toegepast, een aromatische polyamidevezel, die door DuPont sinds 1972 op de markt wordt gebracht. Dit materiaal is ongeveer vijf maal zo sterk als staal en ruim vijftien keer zo sterk als aluminium. Terwijl kunststoffen enorm snel ontbran-



Zo ziet de Avtek 400 eruit. Hij biedt plaats aan maximaal negen passagiers. De vormgeving lijkt uit een science fiction film overgenomen. Grappig is dat de gebroeders Wright tachtig jaar geleden voor de "Flyer" waarmee zij hun historische vlucht maakten, hetzelfde idee kozen.



Slechts twee man zijn nodig om het romp staartstuk van de Avtek uit de mal te tillen.



Door gebruik te maken van komposieten kan men een uiterst gladde vliegtuighuis krijgen, waardoor de weerstand verlaagd wordt.



Van de tweemotorige Lear Fan 2100, de grote konkurrent van de Avtek 400, zijn intussen 276 exemplaren verkocht. We zien het eerste prototype (N626BL) en de eerste produktie-machine.

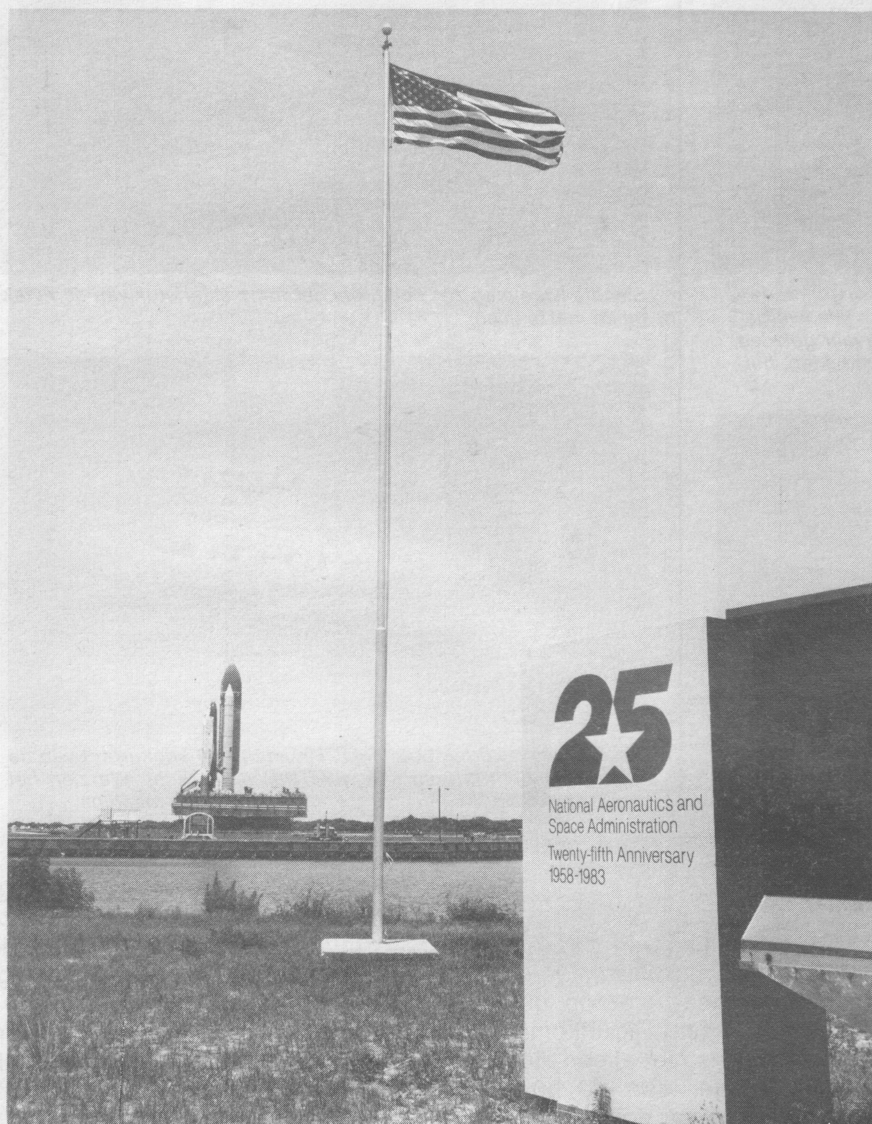
den, is dat bij Kevlar niet het geval. Dit materiaal is brandbestendig, en kan worden gebruikt bij temperaturen variërend tussen -196 graden C en + 240 graden C. Pas boven 247 graden C begint het te verkolen. Naast Kevlar wordt ook Nomex aromatisch polyamide verwerkt. Het vormt het basismateriaal voor de vervaardiging van honingraatstruktuur. De eigenschappen hiervan zijn stuk voor stuk zeer aantrekkelijk, vandaar ook dat het onder andere op ruime schaal wordt toegepast in de Space Shuttle. Honingraat van Nomex is uitzonderlijk hard. Het bezit een hoge weerstand tegen mechanische beschadigingen, kan ruwe behandeling doorstaan, heeft goede vermoeiïngseigenschappen, buigt onder zware belastingen en scheurt niet onder extreme druklasten. Een sandwich-konstruktie met Nomex honingraat als kern wordt daarom gekenmerkt door uitzonderlijke hoge verhoudingen tussen sterkte en gewicht en tussen stijfheid en gewicht. Per onderdeel gewicht is het negen maal steviger dan massief staal.

Fenomenaal

De prestaties van de nieuwe Avtek 400 zijn indrukwekkend, als tenminste datgene wat op papier staat ook in de praktijk uitkomt. Dit zakenvliegtuig is niet alleen lichter en veel zuiniger dan de huidige konkurrenten, maar ook aanzienlijk sneller en goedkoper in gebruik. Door voor de konstruktie uitsluitend kunststoffen te gebruiken, weet men het leeggewicht op 1414 kilogram te houden. De grote rivaal, Lear Fan 2100, weegt leeg 1860 kilogram. Het verschil in maximum gewicht tussen beide toestellen is ook aanzienlijk: de Avtek 400 weegt dan 2495 kilogram en de Lear Fan 2100 ruim 3334 kilo. Verder bestaan er nog opmerkelijke verschillen in prestaties tussen beide toestellen. Hoewel de maximum snelheid van de Avtek 400 en Lear Fan 2100 elkaar niet zoveel ontloopt (786 tegen 766 kilometer per uur), ligt dat heel anders wat betreft het vliegbereik. De Lear Fan komt met zijn brandstofinhoud van 946 liter slechts 2688 kilometer ver, terwijl de Avtek een afstand van 4184 kilometer weet te overbruggen met 916 liter. Tegenover deze prestaties blijven de konventionele tweemotorige schroefzakenvliegtuigen nergens.

Laten we, als voorbeeld, ervan uitgaan dat er jaarlijks een afstand gevlogen moet worden van 278.000 kilometer. Op de brandstofnota van de Avtek 400 verschijnt dan een bedrag van 37.800 Amerikaanse dollars. Voor dezelfde afstand moet men voor een Beech King Air B200 een bedrag van 105.260 dollar neertellen. Een opmerkelijk verschil. Maar we zijn er nog niet want vanwege het snelheidsverschil (28%) bespaart de Avtek 400 ruim 203 vlieguren. Minder draaitijd van de motoren en gebruiksuren van de overige apparatuur betekent weer minder onderhoudskosten en besparing van andere direkte onkosten. Al met al kan daarom ook rustig gesteld worden dat de Avtek 400 tot fenomenale prestaties in staat is. Dat moet menige konkurrent wel tot nadenken dwingen. Het resultaat kan zijn dat komposieten versneld ingevoerd gaan worden.

Spektakel rond de Space Shuttle



De Space Shuttle op weg naar het lanceerplatform voor de zevende vlucht. Het bord rechts herinnert aan het 25-jarig bestaan van de NASA dit jaar. De organisatie werd op 1 oktober 1958 ingesteld.

Het vliegen met de Space Shuttle begint routinewerk te worden. De vlucht van de STS-7, van 18 tot 24 juni van dit jaar, liet dat zien. Er ging tijdens die komplexe vlucht nauwelijks iets mis. Toch zijn er problemen in het programma, maar dat komt door moeilijkheden elders.

Een grote bron van problemen is momenteel de IUS hulpraket. Zoals bekend werkte die tijdens de zesde Space Shuttle vlucht niet goed. Onderzoek wees uit dat een fout in het mechanische stabilisatie-systeem van de tweede trap van die raket de oorzaak was. Het lijkt er op dat die fout in het ontwerp zit. Dat kan betekenen dat de IUS vele maanden uit de roulatie zal blijven. Daarom heeft men de tweede TDRS kommunikatiesatelliet als lading voor de STS-8 geschrapt. Bovendien hebben de militairen de lading voor de STS-10 teruggetrokken. Die zou ook met een IUS gelanceerd worden. Nu zit de STS-10 (op het moment van schrijven) zelfs helemaal zonder vracht. Wanneer het niet bijtijds lukt om een belangrijke nieuwe lading te vinden, zal de NASA de STS-10 vlucht schrappen.

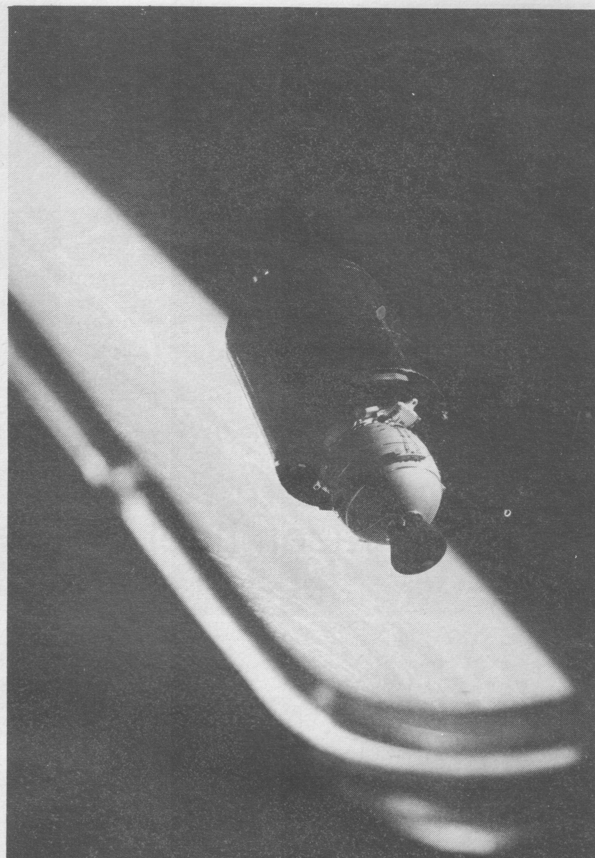
De vlucht van de STS-8

Voor de STS-8 moest ook iets verzonnen worden, in plaats van de TDRS. Dat is het Payload Deployment and Retrieval System Test Article (PDRSTA) geworden. Dat is een konstruktie van aluminium en staal met een massa van 3855 kilo. Het ding is rond 1,5 meter breed, heeft een grootste lengte van 4,9 en een grootste breedte van 4,6 meter. Er zitten vier grijphaken voor de arm van de orbiter aan. Men gaat er extra ervaring in het lossen en weer oppikken van zware ladingen mee opdoen. Verder gaat op de vlucht de INSAT-1B mee. Dat is een gekombineerde weer- en kommunikatiesatelliet van India.

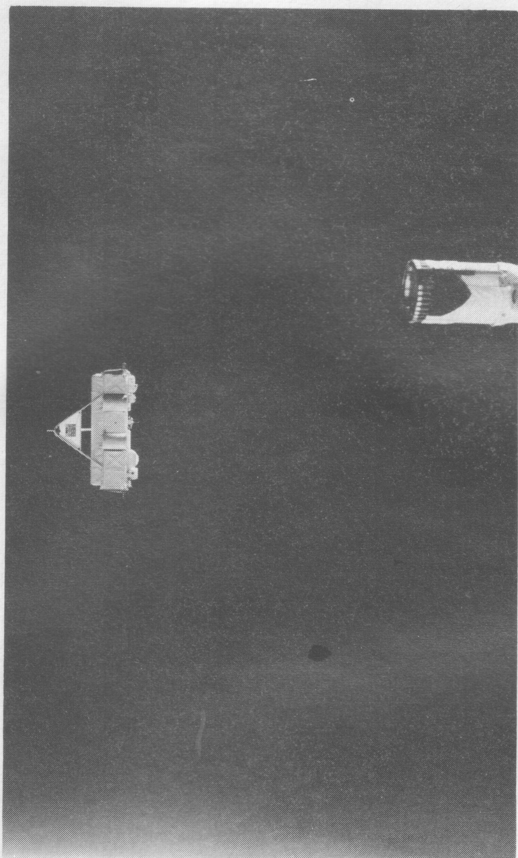
De vlucht van de STS-8 zou oorspronkelijk op 14 augustus hebben moeten beginnen, maar bij het ter perse gaan van dit nummer leek uitstel tot 28 augustus heel waarschijnlijk. Aan boord zouden zijn Richard Truly (die ook met de STS-2 mee was), Daniel Brandenstein, Guion Bluford (de eerste Amerikaanse neger-astronaut), Dale Gardner en William Thornton. Deze laatste is arts en hij werd als extra bemanningslid toegewezen na de problemen met de ruimteziekte tijdens de vlucht van de STS-5. Net zo ging Norman Thagard als extraman mee op de STS-7. De vlucht begint met een lancering in het donker. Drie dagen later eindigt de missie op de luchtmachtbasis Edwards en ook die landing wordt in het donker uitgevoerd.

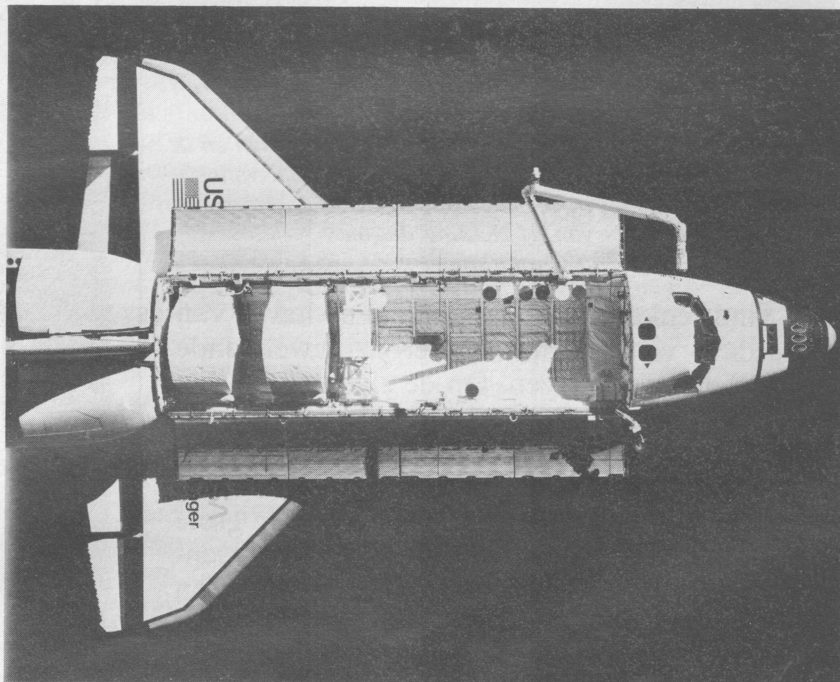
Het PDRSTA zou oorspronkelijk tijdens de vlucht van de STS-11, begin volgend jaar, mee de ruimte in gaan. Men is nu aan het bekijken of in plaats daarvan dan de SPAS voor zijn tweede vlucht meegaat. Tijdens de STS-7 missie kreeg de in West-Duitsland gebouwde SPAS zijn ruimtedoop en die verliep uitstekend.





1 2





3 4

1
Een groepsportret van de STS-7 bemanning, gemaakt met een kamera met zelfontspanner. Van links naar rechts zien we Norman Thagard, Robert Crippen, Frederick Hauck, Sally Ride en John Fabian.

2
Tijdens de STS-7 vlucht werden twee kommunikatiekunstmanen overboord gezet. Hier zien we de Canadese Telesat-F vlak na zijn ''lancering'' op de tweede dag. Later die dag werd de Indonesische Palapa B gelost.

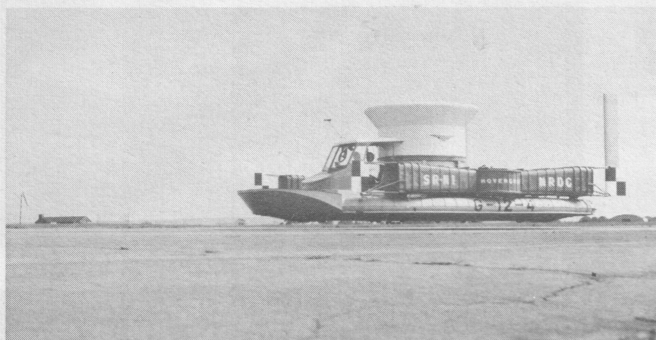
3
Voor het eerst werd een kunstmaan uit de Space Shuttle orbiter gelost en later weer opgepikt. Dat was de Westduitse SPAS, die hier vrij door de ruimte zweeft. Rechts zien we de kop van de grijparm van de orbiter. Daarin zit een ring die een speciale schijf op de kunstmaan omklemt. Het oppikken van de SPAS verliep perfekt.

4
Op de SPAS waren kamera's gemonteerd die radiografisch uit de orbiter werden bediend. We zien hier een van de opnamen. In het laadruim van de orbiter zijn te zien de twee ''wiegen'' waarin de Telesat-F en de Palapa B hebben gezeten. Rechts daarvan zit een konstruktie waarop instrument-pakketten voor materiaal-onderzoek zijn gemonteerd. Tegen de wanden van het laadruim zitten zeven zogeheten GAS-kontainers. Daarin zijn allerlei experimenten ondergebracht. Tenslotte zien we de grijparm en rechtsonder in het laadruim (let ook op de schaduw) de antenne voor kontakt met de SPAS.

Pieto van Buysen

Varen op een kussen van lucht.

Dertig jaar geleden werd de moderne hovercraft geboren. Dat is een voertuig dat zich beweegt op een kussen van lucht. Het is meer vliegen dan varen met zo'n voertuig. Tussen Engeland en Frankrijk razen heel wat van die dingen heen en weer, met een snelheid van 120 kilometer per uur.

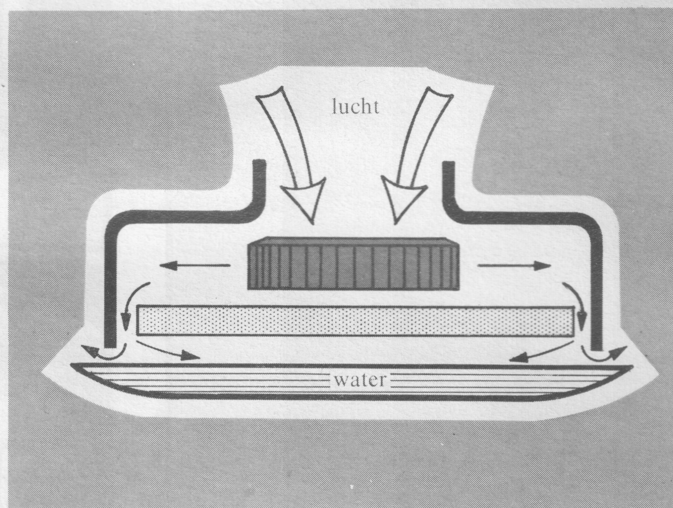


De SR.N1, Engelands eerste luchtkussenvoertuig (hovercraft in het Engels), enkele decimeters boven de grond. Bij dit voertuig werd voor het vormen van het luchtkussen en de voortstuwing één enkel systeem gebruikt. Een deel van de aangezogen lucht werd naar voren of naar achteren geblazen, afhankelijk van de richting die men verkoos. Foto British Hovercraft Corporation

Sinds enkele jaren kan men in de haven van Rotterdam vaartuigen met verbazingwekkende snelheid zien voortrazen. Op de zijkant staat het opschrift "Port of Rotterdam". Die vaartuigen lijken gewoon, maar bij nadere beschouwing blijkt dat de boeg niet een alledaagse vorm heeft. En daar schuilt nu juist het geheim van de grote snelheid in. De boten zijn namelijk luchtkussenvoertuigen. Dit type transportmiddel gaat na een aarzelende start een spektakulaire toekomst tegemoet. In verscheidene landen, en met name Engeland en Amerika, werken tegenwoordig duizenden mensen in de bouw van luchtkussenvoertuigen, afgekort tot lkv's.

Straalafbuiging

Het idee om een voertuig met een luchtbel op te heffen en vervolgens voort te bewegen stamt al uit het begin van de negentiende eeuw. Het systeem dat bij huidige lkv's wordt toegepast, is nog maar van vrij recente datum. Het was de Brit Christopher Cockerell die in 1953 een praktische oplossing vond voor het opwekken en in stand houden van een luchtbel. Het zou daarna nog tot halverwege 1959 duren voordat de door hem ontworpen SR.N1 "Hovercraft" zijn eerste zweefvlucht kon maken. Deze experimentele schuifelaar bewoog zich voort op een luchtbel of luchtkussen, dat opgebouwd werd volgens het principe van de straalafdichting. Aangezien de meeste luchtkussenvoertuigen op dit principe werken, zullen we dat nader bekijken.



Figuur 1. Een schematische voorstelling van het principe van de straalafdichting. De lucht wordt van boven aangezogen en langs de buitenrand van het voertuig aan de onderkant weer weggeblazen. Deze konstruktie staat een zweefhoogte van enkele tientallen centimeters toe. Tekening Pieto van Buysen

Zoals men ziet is in het midden een ventilator opgesteld. Die zuigt de lucht van bovenaf aan, en stuwt die naar weerskanten via kanalen naar beneden. Uiteindelijk verlaat de lucht het voertuig weer door een spleetvormige groef die onderaan langs de omtrek van de romp is aangebracht. De uitgeblazen lucht botst met de grond of met het water en splitst zich daarna in een



Met een vaart van 120 kilometer per uur zweven dagelijks luchtkussenvoertuigen (hier een SR.N4 Mk III) vele keren over het Kanaal. Ze voeren een lijndienst tussen Engeland en Frankrijk uit. Met dit voertuig van de maatschappij Seaspeed kunnen 424 passagiers mee. Foto British Hovercraft Corporation

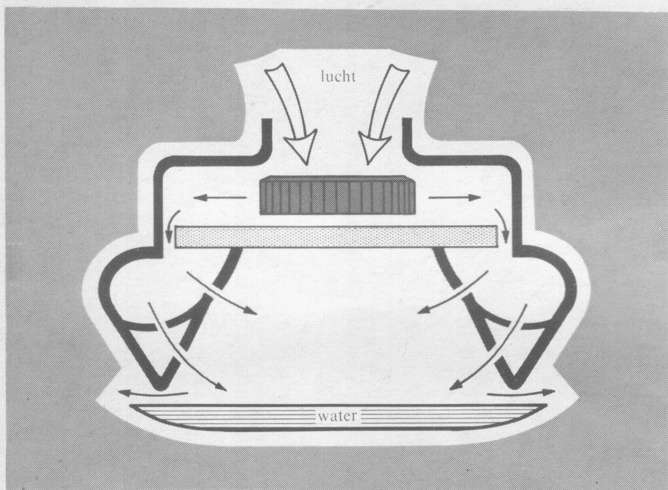
luchtstraal naar binnen en een straal naar buiten. De naar binnen gerichte straal gaat nu onder de bodem van het voertuig druk opbouwen, variërend van slechts enkele honderdsten atmosfeer tot een halve atmosfeer overdruk. Bij een bepaalde druk zal ook de naar binnen toe gebogen luchtstraal naar buiten worden gedwongen. Daardoor wordt het luchtkussen onder het voertuig rondom afgesloten door een luchtscherm en zo in stand gehouden. Wordt de totale druk, dat is de som van de druk van het luchtkussen en van de luchtstraal, groter dan het gewicht van het voertuig, dan gaat het zich verheffen en kan de zweefvlucht beginnen.

Rok

Toch had dat eerste zweeftuig uit 1959 een grote beperking. Het kon niet hoger dan 25 à 30 centimeter boven het oppervlak zweven en daardoor geen grote obstakels en hoge golven "nemen". Alleen als dit nadeel werd opgeheven, zou het luchtkussenvoertuig een kans maken tot een praktisch en ekonomisch vervoermiddel uit te groeien. Dat realiseerde men zich terdege en daarom werd koortsachtig naar allerlei middelen gezocht om tot vergroting van de zweefhoogte te komen. De meest voor de hand liggende oplossing was natuurlijk om het motorvermogen op te voeren, aangezien dat immers in nauwe relatie

staat met de zweefhoogte. Maar dat opvoeren is nu eemaal aan zekere grenzen gebonden. Toen ging men het zoeken in het vergroten van het bodemoppervlak om op die manier een grotere opwaartse druk te krijgen. Men dacht aan een cirkelvormige onderkant, maar bij nader inzicht bleek dat toch niet ideaal te zijn.

Na al die vruchteloze pogingen kwam men in 1962 op een betrekkelijk eenvoudige oplossing. Men verlengde het voertuig naar beneden toe met een flexibel rubberen verlengstuk, of rok, zoals de Britten vanwege de vorm zeggen (zie figuur 2). De rok werd rond de spleetvormige groef van het voertuig aangebracht. De bodem van het voertuig blijft nu op een grotere afstand van de grond of het water. De rok heeft de vorm van een dubbel gordijn. Het grootste probleem bij het ontwerpen ervan was, dat de rok tegelijk stevig genoeg moest zijn om niet door de luchtstraal vervormd te worden, maar ook soepel genoeg om te kunnen meegeven bij het raken van voorwerpen. De rok moet zelfs naar binnen kunnen buigen wanneer het voertuig er op gaat zitten.



Figuur 2. Hier wordt het luchtkussen op dezelfde manier opgewekt als in figuur 1, maar er is aan het voertuig een flexibele rok toegevoegd. We zien de lucht nu eerst in de bovenkant van de rok verdwijnen. Daarna stroomt een gedeelte direkt onder de bodem van het voertuig, terwijl de rest via het onderste deel van het kussen, dat gevormd wordt door de zogeheten vingers, erbij komt. De vingers kunnen het best vergeleken worden met schokbrekers; zij zorgen voor een zacht kontakt met het oppervlak.
Tekening Pieto van Buysen

Experimenteren

Nadat het probleem van de geringe zweefhoogte in theorie was opgelost, moest de praktijk nog uitwijzen of het flexibele rubberen verlengstuk inderdaad aan de gestelde verwachtingen zou voldoen. Daarom werd deze belangrijke uitvinding ook direkt toegepast; de experimentele SR.N1 voorzien van een rok van 120 centimeter hoog. De resultaten waren geweldig. Bij een snelheid van ruim 55 kilometer per uur werden allerlei soorten obstakels tot een hoogte van één meter glansrijk overwonnen. Zelfs kuilen van 2,5 meter diep en 3,5 meter breed konden de zweefbaan van dit voertuig niet meer belemmeren.

Ook alle andere proeven van het zeer uitgebreide testprogramma werden overtuigend doorstaan. De slijtvastheid van de rok bleek uitstekend; na 500 zweefuren zag de rok er nog zo goed als nieuw uit. Wel bleek aan het eind van de vierjarige testperiode dat het gewicht van de SR.N1 van vier tot zeven ton was gestegen. Maar daar stond tegenover dat de snelheid ruim verdubbeld was, van 46 tot 95 kilometer per uur.

Primeur

Door de suksesvolle experimenten met de rok werden de mogelijkheden van het luchtkussenvoertuig bijna onbeperkt. British Hovercraft Corporation, de bouwer van de lkv's, voorzag daarom al haar bestaande en in een vergevorderd bouwstadium verkerende type zwevers van een rok. Intussen had de SR.N1 op 11 juni 1959 de eerste oversteek van het eiland Wight naar de Engelse kust gemaakt. Nooit eerder was zo'n grote afstand met een luchtkussenvoertuig overbrugd. Op 25 juli 1959 volgde met dezelfde SR.N1 de oversteek van Dover naar Calais. Daarmee werd aangetoond dat ook minder rustig water geen enkele belemmering vormde voor dit type voertuig.

Verdere verbeteringen

Ondanks al deze suksessen werd in dezelfde periode een verbeterd type rok uitgeprobeerd. Hiervoor werd de SR.N2 grondig verbouwd. De SR.N2 had tevoren in Canada enorm veel publiciteit gekregen door zijn spektakulaire verrichtingen. Zo had het voertuig de stroomversnellingen van Lachine in de rivier de St. Lawrence bij Montreal genomen, met een snelheid van 74 kilometer per uur. Het passeren van die natuurlijke hindernis was daarvoor nog geen enkel ander vaartuig gelukt. Ook werden als proef, diverse veerdiensten onderhouden over trajekten waar schepen onmogelijk konden komen. Dat maakte duidelijk dat het luchtkussenvoertuig grote voordelen boven gewone schepen heeft.

In een tweede artikel gaan we kijken naar allerlei toepassingen van luchtkussenvoertuigen. Er zijn betaalbare tweepersoons voertuigjes, de militairen gebruiken de lkv's en er zijn nog steeds nieuwe ontwikkelingen.

Het was deze zomer vijftig jaar geleden dat de DC-1 zijn eerste vlucht maakte. Dat was het begin van een lange reeks van suksessen van vliegtuigbouwer Douglas.

Op 2 augustus 1932 schreef Jack Frye, onderdirekteur van de jonge luchtvaartmaatschappij Transcontinental and Western Air, een brief aan een aantal vliegtuigbouwers in Amerika. TWA wilde minstens tien driemotorige transportvliegtuigen hebben. Het nieuwe toestel moest bij voorkeur helemaal van metaal zijn en beter dan welk bestaand type vliegtuig ook.

Eén van de geadresseerden was Donald W. Douglas, die bij Santa Monica in Californië onder de naam Douglas Aircraft een vliegtuigfabriekje had opgericht. Bij Douglas ging men koortsachtig aan het werk en binnen enkele weken had men een tweemotorig toestel ontworpen dat ruimschoots aan de eisen van TWA voldeed. Hoewel men bij TWA enkele twijfels had over het feit dat er maar twee motoren gepland waren (wat gebeurde er als één motor uitviel?), vond men het ontwerp verder zo goed dat Douglas een kontrakt kreeg om een prototype te bouwen. Overigens werd ook aan een bedrijf dat met een driemotorig ontwerp was gekomen, een kontrakt verleend.

Bijna een ramp

Bij Douglas ging men nu hard aan de slag. Op 1 juli 1933 kon het prototype aan zijn eerste vlucht beginnen. Het toestel werd DC-1 genoemd, voor Douglas Commercial One. Tot dan toe had Douglas vrijwel uitsluitend voor militaire opdrachtgevers gewerkt. De DC-1 was het eerste grote kommerciële projekt.

Onder grote publieke belangstelling steeg het toestel, dat met een lengte van 18 meter voor zijn tijd heel groot was, op. Na een halve minuut viel plotseling één motor uit en even later liet ook de andere motor het afweten. De piloot stuurde het toestel omlaag om snelheid te houden en de motoren sloegen weer aan. Toen hij vervolgens weer optrok, sloegen ze opnieuw af. Met kunst en vliegwerk wist hij het toestel onbeschadigd aan de grond te krijgen. Onderzoek wees uit dat de vlotters in de karburateurs verkeerd aangebracht waren. Ze blokkeerden de brandstoftoevoer wanneer het toestel ging klimmen. Het euvel werd verholpen en na een hele zomer met testvluchten was TWA tevreden en nam het toestel op 13 september 1933 in ontvangst. Intussen had TWA al twintig DC-2's, de onmiddellijke opvolger van de DC-1, besteld. Dat was het begin van een lange reeks van suksesvolle passagiersvliegtuigen uit de stal van Douglas (sinds 1967 McDonnell Douglas)

De DC-1 (er werd maar één exemplaar gebouwd) eindigde zijn leven in Spanje, bij de voorloper van de luchtvaartmaatschappij Iberia. Na een ongelukje in december 1940 op het vliegveld van Malaga kwam het toestel niet meer van de grond. Daar is het later gesloopt.



De DC-1 in de lucht. Het toestel had een vliegbereik van 1600 kilometer en een kruissnelheid van ruim 300 kilometer per uur.



De DC-1 op 16 augustus 1933 op het vliegveld van Los Angeles. Het geheel metalen toestel had een lengte van 18 meter en een spanwijdte van ruim 25 meter.

De DC-1 bood ruimte aan twaalf passagiers en had een bemanning van twee koppen. Doordat het toestel alleen maar motoren aan de vleugel had en niet meer een motor in de neus, was het aan boord aanzienlijk minder lawaaierig dan bij andere toestellen uit die dagen



Siso kode 659.58

Huub Eggen

Militairen bouwen eigen SHUTTLE BASIS

In de heuvels van de militaire basis Vandenberg in Californië is de Amerikaanse luchtmacht een eigen Space Shuttle komplex aan het bouwen. In oktober 1985 moet hier voor het eerst een Space Shuttle vlucht van start gaan.

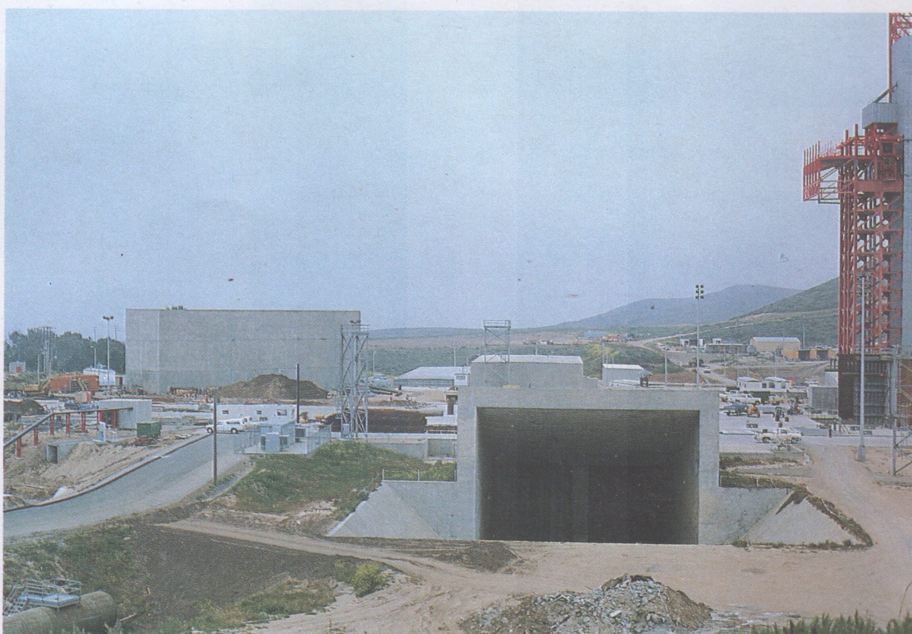
De luchtmachtbasis Vandenberg, genoemd naar een generaal met Nederlandse voorouders, ligt op ruim 200 kilometer ten noordwesten van Los Angeles. De basis is half zo groot als de provincie Utrecht en beslaat een grote kaap die de Stille Oceaan in steekt. Als militair gebied is het heuvelachtige terrein niet voor iedereen toegankelijk en daarom merkt de buitenwacht weinig van de bouwaktiviteiten. Aarde & Kosmos bezocht de basis afgelopen mei.

Lanceren èn landen op Vandenberg

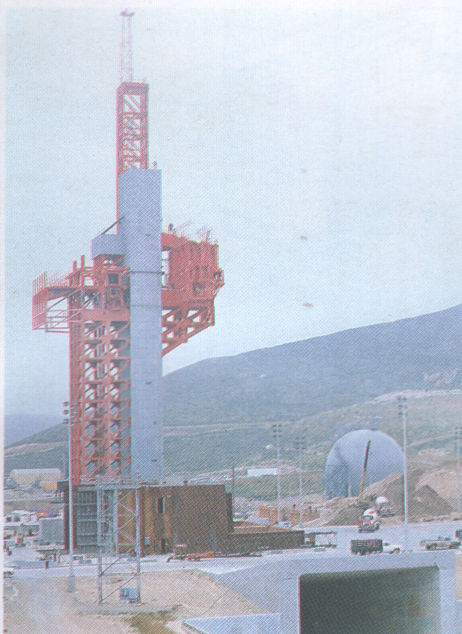
Het Shuttle komplex op Vandenberg bestaat uit twee delen. In het noorden van de basis is een landingsbaan voor de Space Shuttle orbiter aangelegd. Ook is er een gebouw neergezet waarin de orbiter na de landing wordt nagekeken. Daarna wordt het toestel over een bestaande weg naar het zuidelijke deel van de basis gesleept. In dat zuidelijke deel ligt het eigenlijke lanceerkomplex. Op anderhalve kilometer daar vandaan staan twee gebouwen. Eén daarvan is bedoeld voor het opslaan en gebruiksklaar maken van de grote buitentank van de Shuttle. Het andere gebouw dient voor het opslaan van de onderdelen van de vastebrandstof raket van de Shuttle en voor het samenbouwen van die raketten.

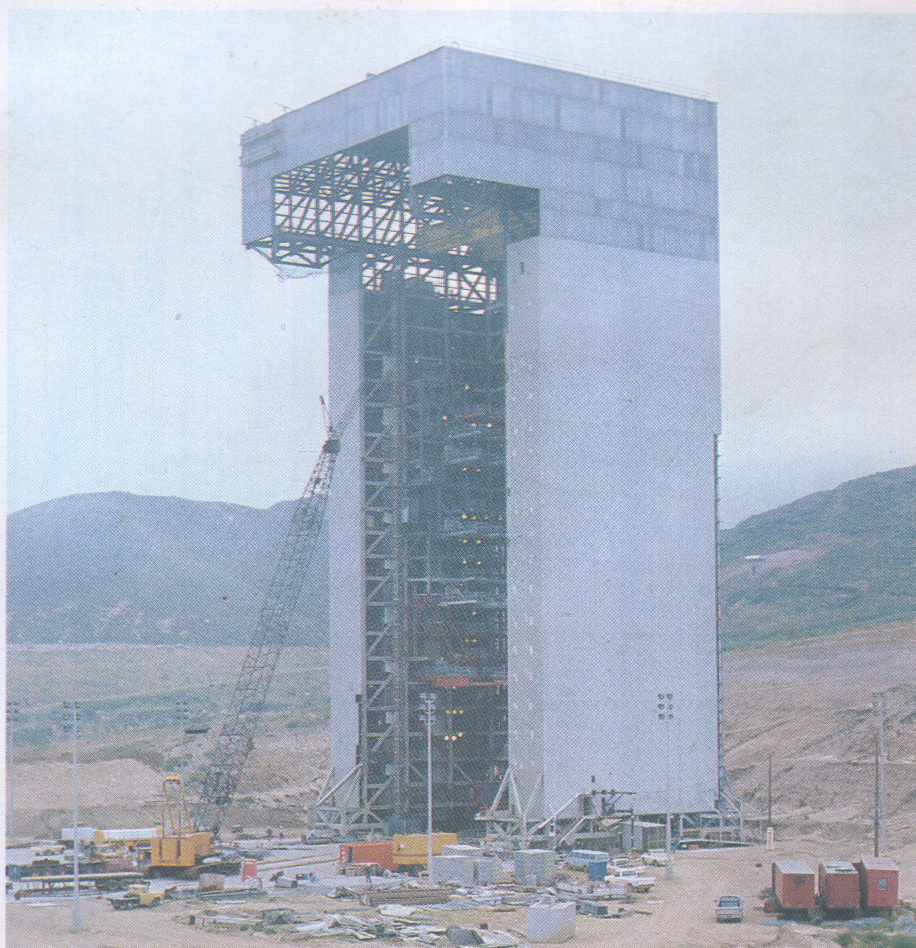
Het eigenlijke lanceerkomplex bestaat uit vijf hoofdgebouwen, waarvan er vier min of meer klaar zijn. Een deel van de gebouwen dateert uit de jaren '60. Toen hadden de militairen een program-











ma voor een eigen ruimtestation, het MOL-projekt. Dat werd in 1969 gestopt. Op Vandenberg waren toen al verscheidene gebouwen en het lanceerplatform in aanbouw. Men heeft al die voorzieningen in de mottenballen gedaan. In de jaren '70 werd besloten dat de militairen een eigen lanceerbasis voor de Space Shuttle zouden krijgen. Een studie wees uit dat het ombouwen van de MOL-voorzieningen goedkoper zou zijn dan volledige nieuwbouw.

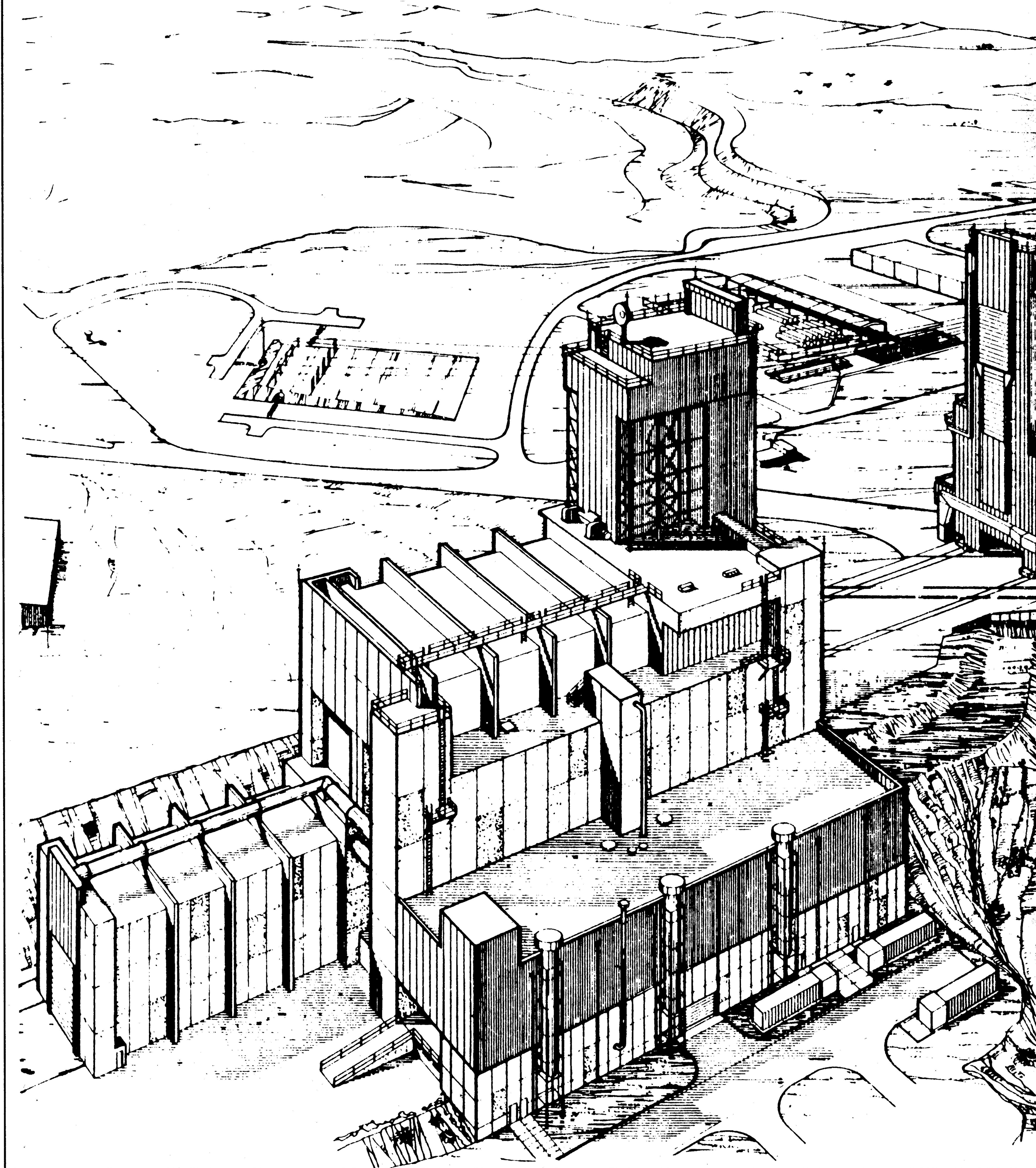
Verrijdbare gebouwen

Het startklaar maken van een Space Shuttle verloopt op Vandenberg heel anders dan op Cape Canaveral en de lanceerbasis heeft daarom ook een andere opzet. Zoals bekend wordt op Cape Canaveral het hele Shuttle systeem in één groot gebouw in elkaar gezet, óp een rijdend lanceerplatform dat dan naar de lanceerplek wordt gereden. Op Vandenberg heeft men een vast lanceerplatform en men rijdt de verschillende onderdelen van het systeem naar het platform toe. Om niet in de open lucht te hoeven werken, doet men dat met gebouw en al! Tijdens de voorbereidingen voor een lancering staat aan de ene kant van het lanceerplatform de Mobile Service Tower (of MST) waarin de grote buitentank rechtop wordt gezet en de vastebrandstof raketten er aan worden bevestigd. Aan de andere kant van de lanceertoren staan, van de toren af gerekend, het Shuttle Assembly Building (of SAB) en de Payload Changeout Room (of PCR). De PCR kan helemaal het SAB binnenrijden!

In een eerdere fase tijdens de voorbereiding van een lancering zijn zowel het SAB als de PCR tegen het grootste (en niet verrijdbare) gebouw van de basis aangereden, de Payload Preparation Room (of PPR). In de PPR wordt de lading voor de vlucht in orde gemaakt. Wanneer die lading in horizontale stand in de orbiter gezet

kan worden, dan gebeurt dat in de PCR. Vervolgens gaan de deuren van het laadruim van de orbiter dicht en wordt de orbiter het SAB ingereden. Kan de lading pas geïnstalleerd worden als de orbiter al aan de grote buitentank vast zit, en dat gebeurt in het SAB op het lanceerplatform, dan rijdt men de PCR het SAB binnen. Wanneer het hele Shuttle systeem samengebouwd is, worden de gebouwen weggereden. Men begint dan pas met het vullen van de grote buitentank. De bemanning kan via de zogeheten Access Tower op het lanceerplatform de cockpit van de orbiter bereiken.

Op een paar honderd meter afstand van de PPR staat de bunker waarin de kontrolekamers ondergebracht zijn. Net als op Cape Canaveral heeft men onder het lanceerplatform grote betonnen uitlaten aangelegd om de hete gassen van de raketmotoren tijdens de start weg te kunnen leiden. Ook net als op de Cape wordt tijdens de start een grote hoeveelheid water op het platform gespoten om de hitte en het lawaai van de uitlaat-



gassen teniet te doen. In een heuvel in de buurt heeft men een waterbekken van drie miljoen liter aangelegd.

Op tijd klaar?

Met de bouw van het SAB is men nog niet begonnen; de andere gebouwen zijn in een vergevorderd stadium. Er moet nog heel wat werk worden verzet eer het lanceerkomplex gebruiksklaar is. Het is daarom nog de vraag of in oktober 1985 werkelijk de eerste Shuttle vlucht van Vandenberg kan beginnen.



Zo moet de voltooide lanceerbasis voor de Shuttle op Vandenberg eruit gaan zien. Van links naar rechts staan de gebouwen die in de tekst zijn beschreven. Dat zijn de hele grote en niet verrijdbare PPR helemaal links, dan de PCR die het SAB (de gesloten blok in het midden) helemaal binnen kan rijden. Vervolgens zien we het lanceerplatform met de Access Tower. Helemaal rechts staat de MST. De kontrolebunker bevindt zich links buiten beeld. Het waterbekken voor het koelen van de uitlaatgassen ligt rechts buiten beeld in een heuvel. De gebouwen en konstrukties op de foto's kunt u aan de hand van deze schets thuis brengen. Het SAB is nog niet gebouwd! Tekening WSMC

Foto's Huub Eggen

NIEUW VAN TIME LIFE BOEKEN

Hoe titanische krachten de aarde regeren leest u in 'Aardbevingen' 10 dagen gratis ter inzage

TIME-LIFE BOEKEN nodigt u uit u op de hoogte te stellen van de laatste wetenschappelijke ontwikkelingen op een gebied van letterlijk wereldschokkend belang. DE PLANEET AARDE is een nieuwe serie boeiende boeken, die verslag uitbrengen over een ongeëvenaard wetenschappelijk avontuur – de wedloop om die wentelende globe die wij Aarde noemen beter te begrijpen.
Voor het eerst in onze bestaansgeschiedenis zijn we nu in staat ons te verzetten tegen de verwoestende beroeringen van onze planeet, die we in sommige gevallen zelfs kunnen voorspellen. DE PLANEET AARDE stelt u in de gelegenheid alles te weten te komen wat er bekend is over de huiveringwekkende natuurkrachten die inwerken op de aarde.

Ontdek hoe onze planeet leeft en ademt

Begrijpelijk geschreven en geïllustreerd met verbluffend fraaie foto's en verklarende grafieken en schema's, brengt elk deel van DE PLANEET AARDE volledig verslag uit over elk onderwerp. Delen als *Aardbevingen, Vulkanen, Stormen, Overstromingen* en *Gletsjers* laten u zien wat er omgaat op onze aarde, vanaf de geologische wonderen van haar continenten tot de wonderlijke spelingen van haar atmosfeer en haar oceaandiepten.
Ooggetuigeverslagen zullen u een idee geven hoe het is in een stad te verblijven die door een aardbeving wordt getroffen. U zult lezen hoe en wanneer er belangrijke vorderingen werden gemaakt in de theorie en de praktijk van de geologie; en deskundigen zullen u uiteenzetten wat men pas heeft ontdekt over het waarom van vulkaanuitbarstingen en het ontstaan van gletsjers.
Om 10 dagen geheel vrijblijvend kennis te maken met *Aardbevingen* hoeft u alleen maar de aangehechte kennismakingskaart in te vullen en te posten.
Indien u, na inzage van het boek, besluit het te houden, sturen wij u, ongeveer elke 2 maanden, telkens een nieuw boek uit de serie – en elk boek kunt u weer 10 dagen geheel vrijblijvend bekijken. U bent nooit verplicht een boek te kopen als u het niet wilt hebben.
Verzend de kennismakingskaart vandaag nog en begin uw speurtocht naar de ongelofelijke natuurkrachten die vormgeven aan onze planeet!

'De beschaving bestaat bij de gratie van de aarde, en dat kan zonder kennisgeving veranderen'.

U komt te weten hoe men in ondergrondse laboratoria aardbevingen op de voet volgt.

U leest ooggetuigeverslagen over een orkaan die hele gebouwen omblies.

WONDERLIJKE WAARNEMINGSINSTRUMENTEN

GIGANTISCHE IJSRIVIEREN

U ziet hoe gletsjers voorwaarts schuiven; u leest hoe de Assoean Dam de Nijl heeft getemd; en u verbaast zich over de verbluffende foto's van Mount St. Helens voor en na de uitbarstingen.

KUSTVORMEN
DE IJSTIJDEN
DE ATMOSFEER
CONTINENTEN IN BOTSING
GLETSJERS
GROTTEN
STORMEN
OVERSTROMINGEN
VULKANEN
AARDBEVINGEN

Elk deel van deze uit 12 delen bestaande serie, telt 176 pagina's en is 22,5 x 28cm. groot.
- bestaat uit 80.000 woorden tekst.
- heeft meer dan 150 foto's in kleur en zwart/wit.
- bevat kaarten, illustraties en wetenschappelijke grafieken en schema's.
- is ook verkrijgbaar in de erkende boekhandel.

U hebt 10 dagen de tijd voor een vrijblijvende kennismaking

Begin met 'Aardbevingen' 10 dagen gratis ter inzage

Beleef de hevige aardbeving in Alaska in 1964 . . . zie hoe een beving grond kan doen veranderen in een stromende brij . . . en lees hoe men in San Francisco bouwt om de onvermijdelijke 'Grote Klap' te overleven die elk moment in de toekomst kan plaatsvinden.

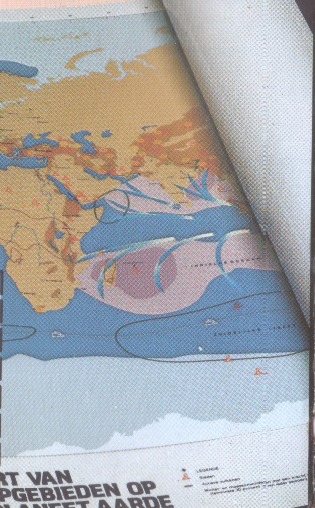
Deze GRATIS KAART voor u

Op de achterkant van de folder leest u er meer over



UW GRATIS KAART

Tegelijk met uw eerste boek in de serie DE PLANEET AARDE zullen wij u tevens deze grote kaart in kleuren sturen (57 x 91cm.), die u mag houden.
Het is een dekoratieve poster, vol met informatie, een ideale wandversiering. Hij is speciaal ontworpen bij deze serie en u zult er overzichtelijk op aantreffen waar de belangrijkste rampgebieden op de aarde zich bevinden. U zult zien welke delen van Europa geteisterd kunnen worden door tornado's, aardbevingen en vulkaanuitbarstingen . . . u kunt er op nagaan hoe ver ijsbergen drijven . . . en lezen welke gebieden in de wereld bedreigd worden door vloedgolven.



Volgens ons zal deze kaart een ideale aanvulling vormen voor uw serie DE PLANEET AARDE – maar u mag hem in elk geval behouden, zelfs wanneer u het boek retourneert. Stuur ons vandaag nog de kennismakingskaart en de kaart is vrijblijvend van u!

Een extra presentje – voor wie er vroeg bij is!

Als u uw kennismakingskaart binnen 7 dagen opstuurt ontvangt u tevens 'De grilligheden van de planeet Aarde.' Dit is een mapje met 4 magnifieke kleurafbeeldingen van de aarde op haar meest huiveringwekkende, haar meest majestueuze momenten. Verstuur vandaag uw kennismakingskaart dan kunt u zeker zijn van dit extra presentje.

Kennismakingskaart

JA, zend mij **Aardbevingen** voor een vrijblijvende kennismaking van 10 dagen (excl. verzenddagen). Ik ontvang dan tegelijkertijd mijn gratis poster en de map als extra geschenk wanneer ik binnen 7 dagen bestel. Beide geschenken mag ik in ieder geval behouden. Als **Aardbevingen** bij mij in de smaak valt, kan ik het aanschaffen tegen die prijs van **f 39,50** plus **f 4,50** verzendkosten. Volgende delen worden mij ongeveer om de twee maanden, tegen vergelijkbare prijzen, telkens weer 10 dagen (ook excl. verzenddagen) vrijblijvend ter inzage, toegezonden. Ik ben nooit verplicht één of meer boeken af te nemen. Indien een boek mij niet bevalt kan ik het zonder meer terugsturen. Ik kan toezending van verdere delen uit de serie op ieder moment stopzetten door u even een berichtje te zenden. Mocht **Aardbevingen** niet aan mijn verwachtingen voldoen, dan kan ik het binnen 10 dagen retourneren. Ik ben u dan uiteraard niets verschuldigd en ontvang ook geen verdere delen uit de serie.

Naam: ____________________

Adres: ____________________

Postcode: ________ D19ADW6

Plaats: ____________________

Handtekening a.u.b. ____________________

Giro/Postrekening ____________________

Wilt u niet vergeten de kaart te ondertekenen, voor u deze afscheurt en op de bus doet? Een postzegel hoeft er niet op.

Kan ongefrankeerd worden verzonden.

TIME LIFE BOEKEN

TIME-LIFE BOEKEN
Antwoordnummer 1234
1000 TE AMSTERDAM

F-973

Wat veroorzaakt onverhoedse natuurrampen?



Vuur



Water



Lucht



Aarde

Welkomstgeschenk voor u
Binnenin meer

20 gulden voordeel!

Als u vóór 31 december 1983 abonnee wordt

ontvangt u TIEN gulden korting

plus het decembernummer GRATIS (9,95)

Alleen voor hen die het laatste halfjaar geen abonnee waren op Aarde&Kosmos.

Ik verzoek u mij te noteren voor een abonnement op Aarde&Kosmos vóor slechts 49,50 (België BF.885). Tevens ontvang ik het decembernummer gratis.

Naam: ______________________

Adres: ______________________

Postkode: ______________________

Woonplaats: ______________________

Voor hen die reeds abonnee zijn:
Ik ben reeds abonnee maar breng bovenstaande abonnee aan en ontvang voor mijn moeite TIEN gulden korting op het jaarabonnement 1984.

Mijn naam:

Adres:

Postkode:

Woonplaats:

Postzegel plakken niet nodig

Stichting Mens en Wetenschap
Aarde & Kosmos
Antwoordno. 108
1270 VB Huizen